

Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

DIE TESTOSTERONSEKRETION DES ZUCHTREIFEN STIERES UNTER VERSCHIEDENEN BEDINGUNGEN

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
URS MARTIN MÜLLER
Tierarzt
von Hittnau, Uetikon und Thalwil (ZH)

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. K. Zerobin, Referent
Prof. Dr. W. Leemann, Korreferent

Zürich 1980

aku-Fotodruck

1981

Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

DIE TESTOSTERONSEKRETION DES ZUCHTREIFEN STIERES UNTER VERSCHIEDENEN BEDINGUNGEN

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
URS MARTIN MÜLLER
Tierarzt
von Hittnau, Uetikon und Thalwil (ZH)

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. K. Zerobin, Referent
Prof. Dr. W. Leemann, Korreferent

Zürich 1980

aku-Fotodruck



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Literaturübersicht	6
2.1. Testosteronsekretion beim Stier	6
2.2. Testosteronsekretion beim Widder	7
2.3. Testosteronsekretion beim Hengst	7
2.4. Testosteronsekretion beim Eber	7
2.5. Testosteronsekretion bei anderen Spezies	8
3. Fragestellung	9
4. Material und Methoden	10
4.1. Tiermaterial	10
4.2. Versuchsanordnung	10
4.3. Die zur Stimulation verwendeten Substanzen	11
4.4. Blutentnahme und Testosteronbestimmung	11
4.5. Definitionen	12
5. Ergebnisse	13
5.1. Testosteronsekretion unter Ruhebedingungen	13
5.2. Testosteronsekretion nach sexueller Stimulation	20
5.3. Testosteronsekretion nach Applikation von HCG	23
5.4. Testosteronsekretion nach Applikation von GnRH	27
5.5. Testosteronsekretion nach Applikation von Prostaglandin $F_{2\alpha}$	30
6. Diskussion	33
7. Tabellen	37
8. Zusammenfassung	50
9. Literaturverzeichnis	51



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

Testosteron ist ein androgenes Sexualhormon (Abb. 1), das überwiegend in den Leydig'schen Zwischenzellen des Hodens und zu einem kleinen Teil in der Nebennierenrinde aus Cholesterin synthetisiert wird.

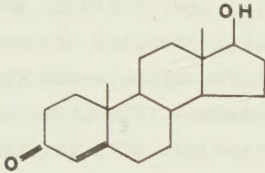


Abb. 1

Androst-4-en-3-on-17-ol

Testosteron

Synthese und Sekretion im Hoden werden durch einen Feedback-mechanismus gesteuert, an dem neben Testosteron das vom Hypothalamus sezernierte GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone), sowie die Hypophysenvorderlappenhormone ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone, auch Luteinisierungshormon, LH, genannt) und FSH (Follicle Stimulating Hormone) beteiligt sind. Testosteron wird einerseits in die Blutbahn abgegeben, wo es, teilweise an Proteine (SHBG, Sex Hormone Binding Globuline) gebunden, die verschiedenen Erfolgsorgane erreicht. Andererseits gelangt es an Androgen Binding Protein (ABP) gebunden direkt zu den Keimepithelien der Tubuli seminiferi und weiter zu den Epithelien des Nebenhodens. Testosteron induziert die Ausbildung des männlichen Geschlechtsapparates und ist gemeinsam mit ICSH und FSH für dessen Funktionieren verantwortlich. Seine Wirkung auf das Zentralnervensystem bestimmt das zur Fortpflanzung notwendige Verhalten. Weiter fördert Testosteron das Skelettwachstum und die Verknöcherung der Epiphysenfugen. Die anabole Wirkung auf den Proteinstoffwechsel trägt zur Entstehung des typisch männlichen Erscheinungsbildes bei.

2. Literaturübersicht

2.1. Testosteronsekretion beim Stier

KATONGOLE et al. (1971), welche die Beziehungen zwischen Testosteron- und LH- Sekretion untersuchten, fanden bei zwei adulten Stieren während 24 Stunden 5 bis 6, bzw. 9 bis 10 Testosteron-peaks, die jeweilen einem LH- Peak im Abstand von etwa 30 Minuten folgten. Die Autoren vermuteten einen angeborenen Rhythmus für die Ausschüttung beider Hormone. SANWAL et al. (1974) beurteilten die Testosteronsekretion bei vier Stieren ebenfalls als zyklisch. KARG et al. (1976) fanden kurzzeitige, aber regelmässige Schwankungen, welche mit wenigen Ausnahmen LH- Peaks folgten. THIBIER (1976) zeigte bei mehreren Stieren eine episodische Testosteronausschüttung mit drei bis vier Peaks während 24 Stunden. Eine episodische Testosteronsekretion ohne tageszeitliche Abhängigkeit beschrieben auch SMITH et al. (1973), HAYNES et al. (1975) und THUN et al. (1980). Einen Einfluss der sexuellen Stimulation auf die Testosteronsekretion vermuteten KATONGOLE et al. (1971) und SMITH et al. (1973).

Die Verabreichung von HCG bewirkte bei zahlreichen Untersuchungen einen raschen, bis zu mehreren Tagen anhaltenden Anstieg des Testosterons im Blut (LINDNER, 1961, KATONGOLE et al, 1971, THIBIER und ROLLAND, 1976, SUNDBY und TORJESEN, 1978). MONGKONPUNYA et al. (1975) und SCHANBACHER (1979) zeigten einen deutlichen Anstieg des Plasmatestosterongehaltes nach Injektion von synthetischem GnRH.

Ueber einen Anstieg des peripheralen LH- und Testosteronspiegels nach Prostaglandin $F_{2\alpha}$ - Applikation berichten KISER et al. (1975, 1976 a, b) und HAYNES et al. (1974, 1976, 1977).

2.2. Testosteronsekretion beim Widder

Verschiedene Untersucher stellten beim Widder eine episodische Testosteronausschüttung ohne tageszeitliche Regelmässigkeit und ohne Beziehung zu Umwelteinflüssen fest (KATONGOLE et al., 1973, PURVIS et al., 1973, FALVO et al., 1973, ILLIUS und HAYNES, 1976, PERERA et al., 1976, SCHANBACHER et al., 1976). Hingegen konnten saisonale Unterschiede beobachtet werden, da während der Decksaison der Testosteronspiegel höher war als in der Ruheperiode (PURVIS et al., 1973, KATONGOLE et al., 1973, GOMES und JOYCE, 1976, ILLIUS et al., 1976, PERERA et al., 1976, SCHANBACHER und FORD, 1976, SCHANBACHER und LUNSTRA, 1976). SANFORD et al. (1974), KATONGOLE et al. (1976) und SCHANBACHER und FORD (1976) fanden, dass die Testosteronpeaks meistens nach LH- Peaks auftraten.

Untersuchungen von ILLIUS et al. (1973) und PURVIS et al. (1973) liessen keine offensichtliche Wirkung sexueller Stimulation auf die Testosteronsekretion des Widders erkennen.

Die Injektion von HCG bewirkte einen langandauernden Anstieg des Testosterons (PERERA und MUNRO, 1967, FALVO et al., 1975).

2.3. Testosteronsekretion beim Hengst

Eine diurnale Testosteronsekretion mit hohen Werten am Vormittag zeigten KIRKPATRICK (1976 a) und SHARMA (1976). Während der Decksaison im Frühjahr und Sommer soll der Testosteronspiegel höher sein (BERNDTSON et al., 1974, KIRKPATRICK et al., 1974 b).

2.4. Testosteronsekretion beim Eber

ELLENDORFF et al. (1975) beobachteten weder unter ungestörten Verhältnissen noch nach sexueller Stimulation wesentliche Schwankungen des Plasmatestosterongehaltes. LUNDSTROEM et al. (1978) fanden bei mehreren Ebern eine unterschiedliche Reaktion des Testosteronspiegels auf sexuelle Stimulation. CLAUS und

AHLSING (1976) wiesen beim Eber einen deutlichen Testosteronanstieg während und nach Kontakt mit einem Sexualpartner nach. CARLSTROEM et al. (1975) und LUNDSTROEM et al. (1978) bewirkten durch HCG-Injektion eine erhöhte Testosteronausschüttung.

2.5. Testosteronsekretion bei anderen Spezies

Nach ROWE und HOPKINS (1975) erfolgt die Testosteronausschüttung beim Kaninchen episodisch mit 4 bis 6 Peaks während 24 Stunden. Nach Kopulation steigt der Testosteronspiegel an (HALTMEYER und EIK-NES, 1968). Beim Rhesusaffen wird Testosteron in einem deutlichen diurnalen Rhythmus mit hohen Werten am Abend und tiefen in den frühen Morgenstunden ausgeschüttet. Beim Mann ist ebenfalls ein diurnaler Rhythmus mit tiefen Werten am Abend und hohen am frühen Morgen bekannt (LACERDA et al., 1973, ROWE und HOPKINS, 1974). Nach einer Dauerinfusion von HCG steigt der Plasmatestosterongehalt auf ein Mehrfaches der Ausgangswerte an (VIVANCO et al., 1973).

3. Fragestellung

Angesichts der nicht eindeutig interpretierbaren Ergebnisse der bis anhin durchgeführten Untersuchungen der Testosteronsekretion des Stieres wurde in dieser Arbeit versucht, aufgrund von Plasmatestosteron- Verlaufsuntersuchungen folgende Fragen zu beantworten:

- Wie wird Testosteron beim erwachsenen Stier unter Ruhebedingungen, das heisst unter normalen Stallverhältnissen sezerniert?
- Besteht eine tageszeitliche Abhängigkeit der Testosteronsekretion?
- Wie wird die Testosteronsekretion durch sexuelle Stimulation und durch die Applikation hormonell wirksamer Substanzen (HCG, GnRH, Prostaglandin) beeinflusst?

4. Material und Methoden

4.1. Tiermaterial

Für unsere Untersuchungen standen sechs ein- bis zweijährige Braunviehstiere zur Verfügung.

Die Versuchstiere wurden in einem herkömmlichen Anbindestall zusammen mit Rindern und Kühen gehalten und erhielten täglich zweimal Heu und Kraftfutter. Wasser stand ad libitum zur Verfügung.

Von den sechs Stieren konnten zwei nicht zum Decken verwendet werden. Stier Tänzer zeigte einen starken Strabismus und Tobi besprang aus unbekannten Gründen keinen der ihm vorgestellten Sexualpartner.

4.2. Versuchsanordnung

Die Verlaufsuntersuchungen der Testosteronsekretion unter Ruhebedingungen (24- Stunden- Profile) führten wir bei allen Stieren durch, wobei die Blutentnahmen in stündlichen oder halbstündlichen Abständen erfolgten.

Bei der sexuellen Stimulation hatten die Stiere Gelegenheit, einen im Sprungstand fixierten Sprungpartner ein oder zweimal oder auch mehrmals zu bespringen und dabei in eine künstliche Scheide zu ejakulieren.

Humanes Choriongonadotropin¹ wurde in Dosierungen von 1500 und 5000 I.E. pro Tier verabreicht, GnRH² in einer Menge von 0.5 mg pro Tier.

Die Wirkung von Prostaglandin F_{2alpha} auf die Testosteronsekretion prüften wir durch die Applikation eines PG F_{2alpha}-Analogons³ in Dosierungen von 2.5, 5 und 10 mg pro Tier.

1) HCG Stricker^R, Werner Stricker AG, Bern

2) Lutal^R, Hoechst Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main

3) K 11941^R, Vetems, S.A., Mailand

4.3. Die zur Stimulation verwendeten Substanzen

Humanes Choriongonadotropin (HCG) ist ein aus dem Harn schwangerer Frauen gewonnenes Glykoprotein, dessen Wirkung weitestgehend dem des hypophysären LH entspricht. Es unterscheidet sich von diesem durch eine wesentlich längere Verweildauer im Organismus (Karg et al., 1979).

Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) ist ein Dekapeptid, das heute synthetisch hergestellt werden kann (Abb. 2). Natürlicherweise wird es vom Hypothalamus sezerniert und stimuliert die LH- und FSH- Freisetzung der Hypophyse.

**PYROGLUTAMYL-HISTIDIN-TRYPTOPHAN-
SERIN-TYROSIN-GLYCIN-LEUCIN-
ARGININ-PROLIN-GLYCIN-NH₂**

Abb. 2

Aminosäuresequenz
von GnRH

Prostaglandin F_{2α} ist ein Abkömmling essentieller Fettsäuren, insbesondere der Arachidonsäure. K 11941 ist ein synthetisches Analogon (Abb. 3).

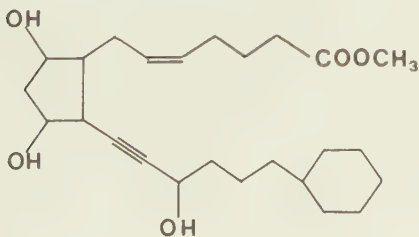


Abb. 3

K 11941

4.4. Blutentnahme und Testosteronbestimmung

Zur Blutentnahme setzten wir den Tieren mindestens einen Tag vor Versuchsbeginn einen Teflon- Dauerkatheter⁴ in die Vena jugularis externa. Dieser wurde mit einer Hautnaht am Hals fixiert und mit einem Polyäthylenschlauch bis auf den Rücken der Tiere verlängert. Hier konnten die Blutproben mit heparinisierten Vacutainern⁵ entnommen werden, ohne dass die Tiere gestört wurden. Das Blut wurde sofort zentrifugiert und das anschliessend abgeheberte Plasma bei -20⁰ Celsius gelagert. Testosteron wurde radioimmunologisch nach der von Thun et al. beschriebenen Methode bestimmt.

4.5. Definitionen

Als Peak bezeichnen wir eine Phase erhöhter Sekretionsaktivität. Er setzt sich zusammen aus Anstieg und Abfall des Plasmatestosterongehaltes.

Als Peakhöhe wird der maximale Wert eines Peaks bezeichnet.

Als Peakdauer wird die Zeit unmittelbar vor dem Anstieg des Testosteronspiegels bis unmittelbar nach dessen Abfall bezeichnet.

4) Teflon Medical Grade Tubing^R, Becton Dickinson Comp.,
Rutherford, New York, USA

5) Vacutainer^R mit Na- Heparin, Becton Dickinson Comp.,
Rutherford, New York, USA

5. E r g e b n i s s e

5.1. Testosteronsekretion unter Ruhebedingungen

Die in Abb. 4 dargestellten Profile 1 bis 15 zeigen den Verlauf des Plasmatestosterongehaltes bei sechs Stieren unter normalen, ungestörten Stallverhältnissen. Die Blutentnahmen erfolgten während 24 Stunden in stündlichen (Profile 1 bis 5) und in halbstündlichen (Profile 7 bis 15) Abständen.

Der Plasmatestosterongehalt schwankte zwischen 0.2 und 6.5 ng/ml. Während 24 Stunden zählten wir 3 bis 6 Peaks. Diese dauerten 1.5 bis 8 Stunden und ihre Höhe betrug 2.1 bis 6.5 ng Testosteron pro ml Plasma (Tabelle 1).

Die Peaks traten von Stier zu Stier und beim gleichen Tier von einer 24- Stunden- Periode zur anderen zu unterschiedlichen Zeiten und mit verschiedener Dauer und Höhe auf. Eine zu einer bestimmten Zeit regelmässig auftretende Sekretionsaktivität war nicht zu beobachten. Beim Vergleich aller zur gleichen Tageszeit gemessenen Testosteronwerte fallen jedoch die tiefen durchschnittlichen Konzentrationen mit nur geringer Standardabweichung von 08.30 bis 10.30 Uhr und um 17 Uhr auf (Abb. 5).

Testosteron wird nach unseren Untersuchungen beim Stier unter Ruhebedingungen schubweise und, abgesehen von einer Tendenz zu tiefen Werten am Vormittag, ohne regelmässigen Rhythmus sezerniert. Man bezeichnet dieses Sekretionsmuster als episodisch.

Seiten 14 bis 17

Abbildung 4: Verlauf des Plasmatestosterongehaltes unter
Ruhebedingungen während 24 Stunden
Profile 1 bis 15

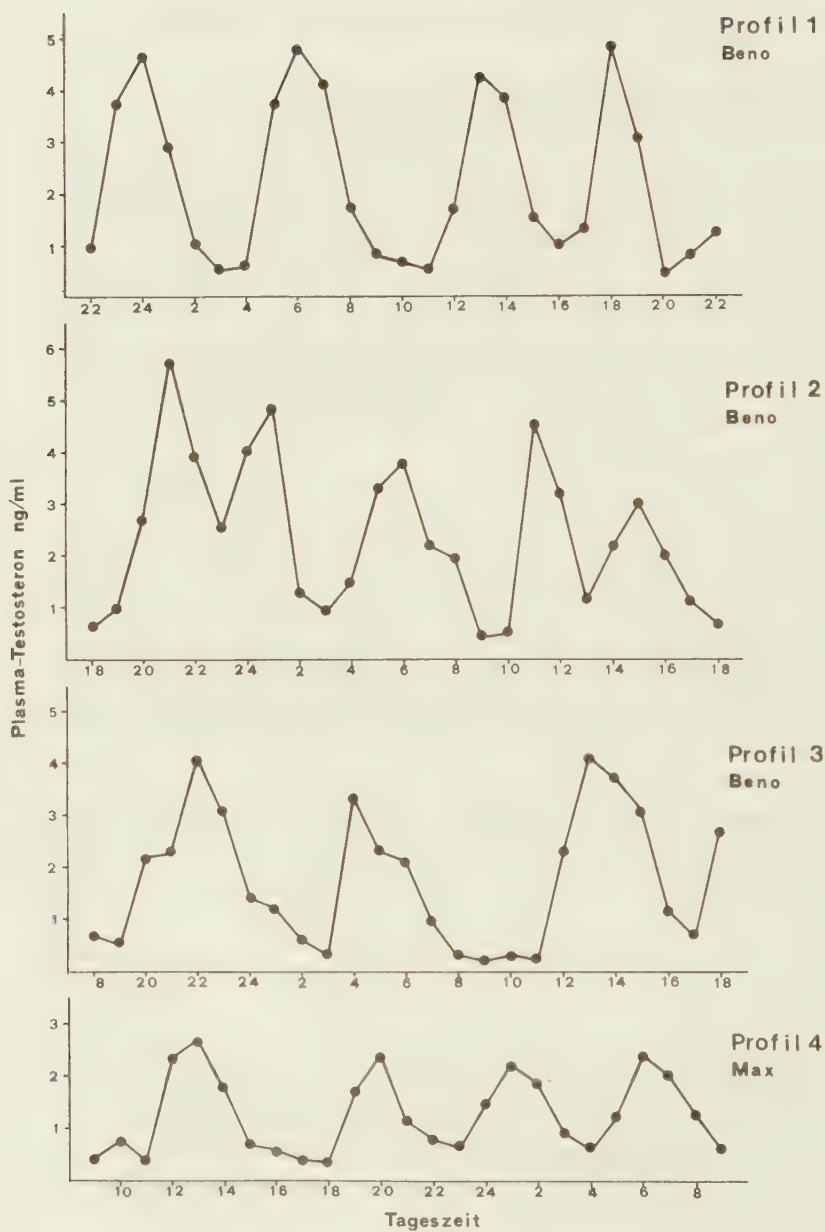


Abb. 4

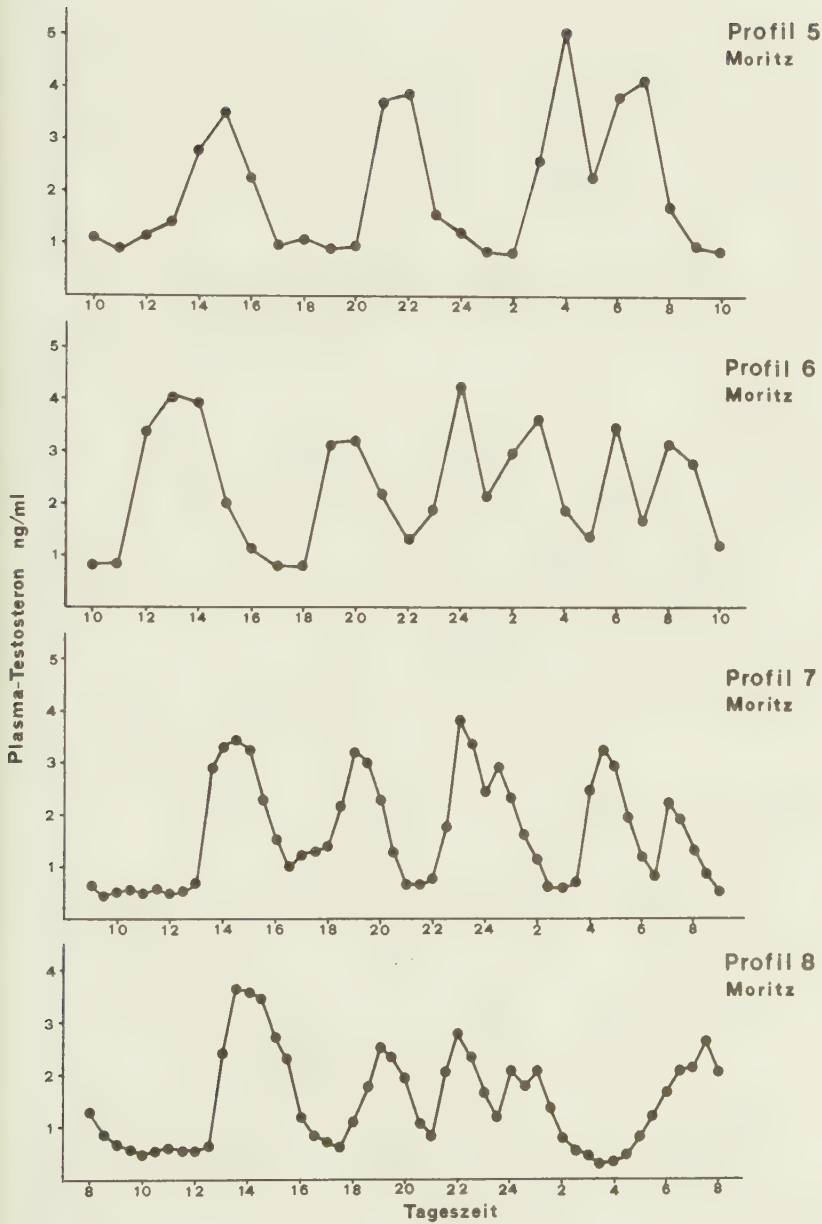


Abb. 4

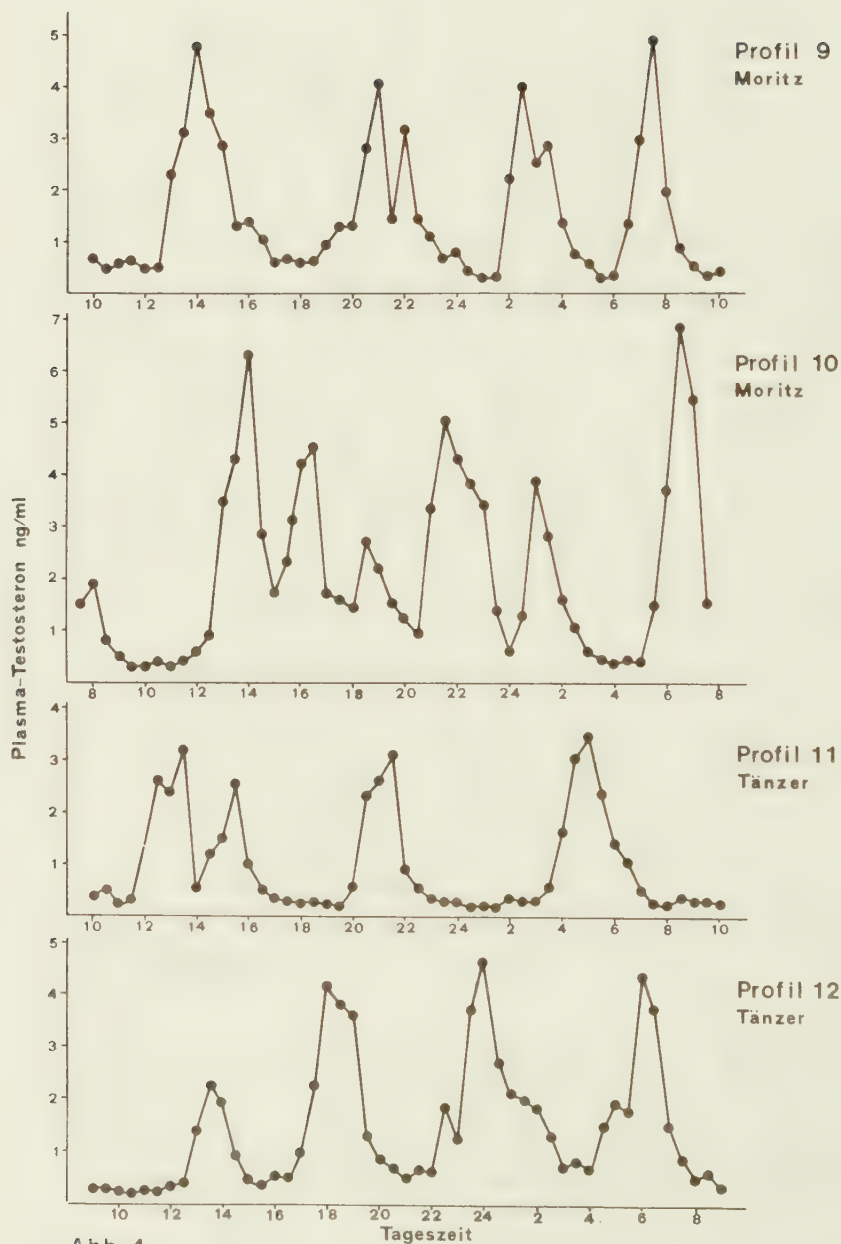


Abb. 4

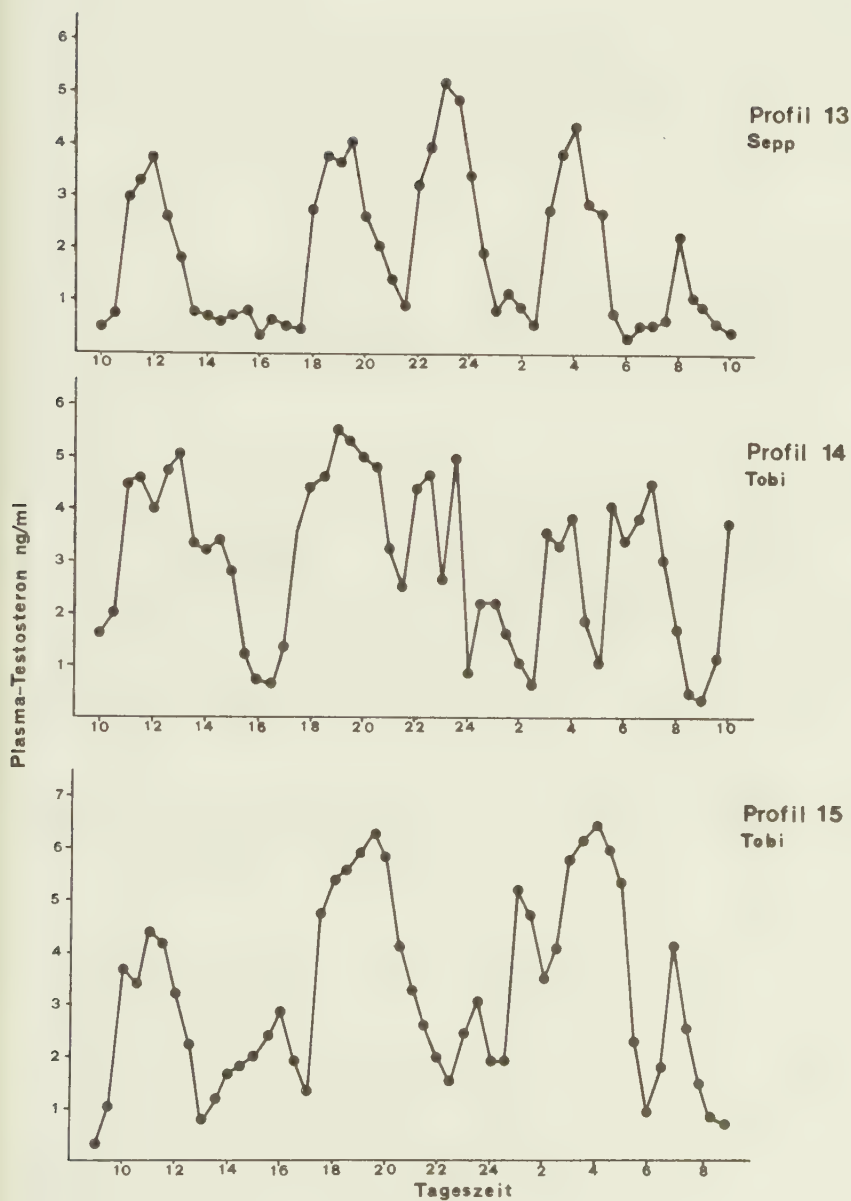


Abb. 4

Tabelle 1: Tagesprofile 1 bis 15,
 minimaler, maximaler und mittlerer Plasmatestosterongehalt,
 Anzahl Peaks pro 24 Stunden,
 minimale, maximale und mittlere Dauer der Peaks

Profil	Plasmatestosteron ng/ml			Peaks pro 24 h	Dauer der Peaks h		
	Minimum	Maximum	Mittel		Minimum	Maximum	Mittel
1	0.5	4.8	2.16	4	4	8	5.5
2	0.4	5.8	2.4	4	4	6	4.75
3	0.2	4.1	1.8	3	6	8	7.3
4	0.35	2.7	1.3	4	5	7	5.5
5	0.8	5.1	2.0	4	3	6	5.0
6	0.75	4.3	1.3	6	2	7	3.9
7	0.45	3.85	1.63	4	4	5	4.9
8	0.3	3.65	1.47	4	2.5	4.5	3.9
9	0.3	4.9	1.51	4	3.5	6.5	4.6
10	0.3	6.35	2.18	5	2.5	4	3.4
11	0.2	3.45	0.93	4	3	4	3.4
12	0.2	4.65	1.45	4	4	5.5	4.9
13	0.3	5.3	1.91	5	3.5	6	4.8
14	0.3	5.5	2.98	5	2.5	5	3.3
15	0.3	6.5	3.13	6	1.5	5.5	3.9
1 - 15	0.2	6.5	1.88	4.4	1.5	8	4.6

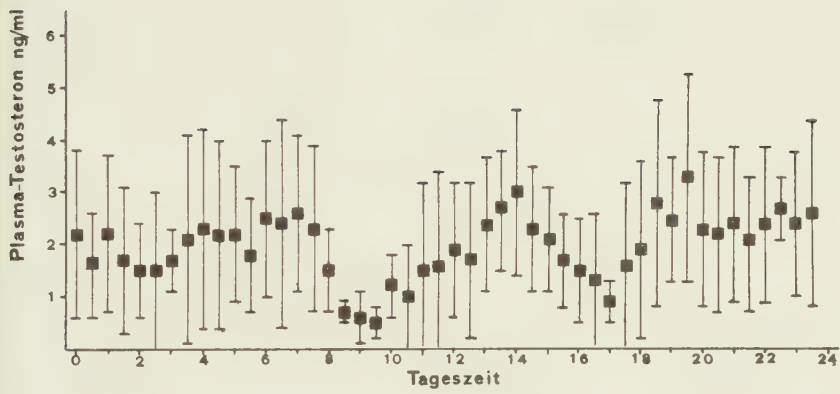


Abb. 5

Abbildung 5: Durchschnitt ($\bar{x} \pm s$) aller zur gleichen Tageszeit erhobenen Testosteronwerte

5.2. Testosteronsekretion nach sexueller Stimulation

Die in diesen Versuchen eingesetzten Stiere konnten eine nicht-brünstige Kuh bespringen und dabei in eine künstliche Scheide ejakulieren. Von den fünf untersuchten Stieren zeigte einer (Tobi) normale Libido und entsprechendes Vorspiel, ohne dabei aufzuspringen (Profile 16 und 17, Abb. 6). Stier Max besprang den angebotenen Partner in zwei Versuchen je zweimal (Profile 18 und 19, Abb. 6). Drei weiteren Stieren (Beno, Max und Sepp) wurde das Aufspringen bis zu beginnender Erschöpfung gestattet. Dabei ejakulierten sie neun-, sieben-, bzw. viermal (Profile 20 bis 22, Abb. 7). Die nach sexueller Stimulation beobachtete Aktivität der Testosteronsekretion war hinsichtlich Höhe und Dauer der Peaks von derjenigen unter Ruhebedingungen nicht zu unterscheiden. Ob bei der Stimulation der Plasmatestosterongehalt anstieg oder abfiel, war nicht von Bedeutung. In den Profilen 16, 17, 19 und 22 stieg der Testosteronspiegel bei der Stimulation an. In keinem Fall ist eine Steigerung der Sekretionsaktivität zu erkennen. Die Profile 18, 20 und 21 zeigen einen fallenden Testosteronspiegel, und nur im Profil 18 steigt eine Stunde nach der Stimulation der Testosteronspiegel erneut an, ohne unter 1 ng/ml Plasma abgefallen zu sein. Auch die zunehmende sexuelle Stimulation (Profile 20 bis 22) liess auf den Verlauf des Plasmatestosterongehaltes keinen Einfluss erkennen.

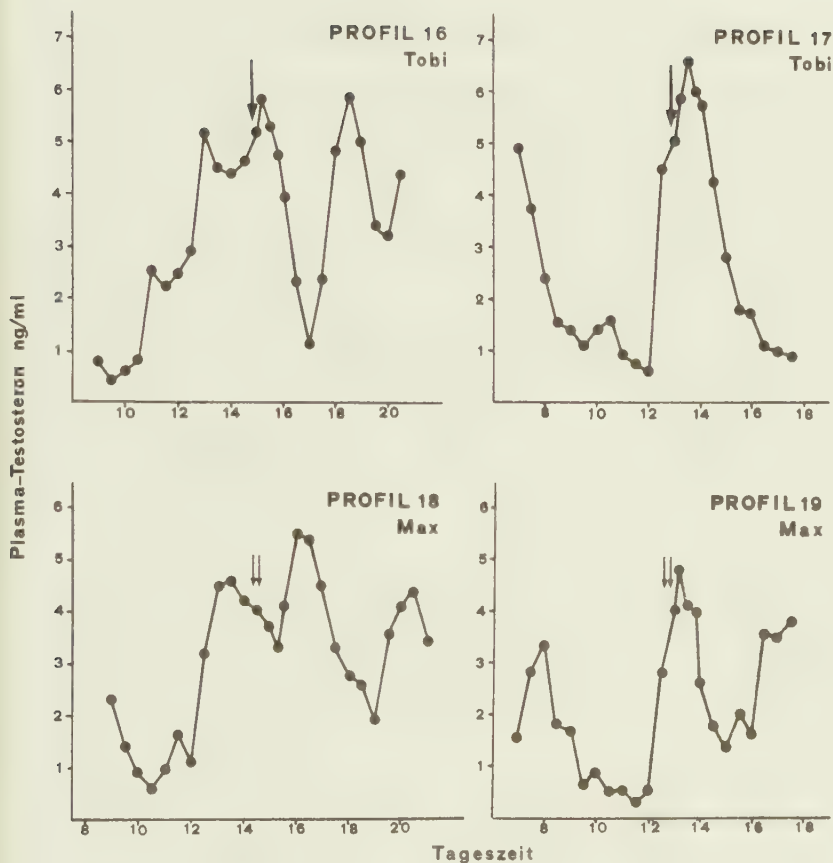


Abb. 6

Abbildung 6: Plasmatestosteron nach sexueller Stimulation
 Profile 16, 17: Stimulation (Pfeil) ohne Aufsprung
 Profile 18, 19: zwei Aufsprünge (Pfeile) mit Ejakulation

Umseitig: Abbildung 7: Plasmatestosteron nach intensiver sexueller Stimulation
 Profil 20: neun Sprünge (Pfeile) mit Ejakulation während einer Stunde
 Profil 21: sieben Sprünge (Pfeile) mit Ejakulation während einer Stunde
 Profil 22: vier Sprünge (Pfeile) mit Ejakulation während einer halben Stunde

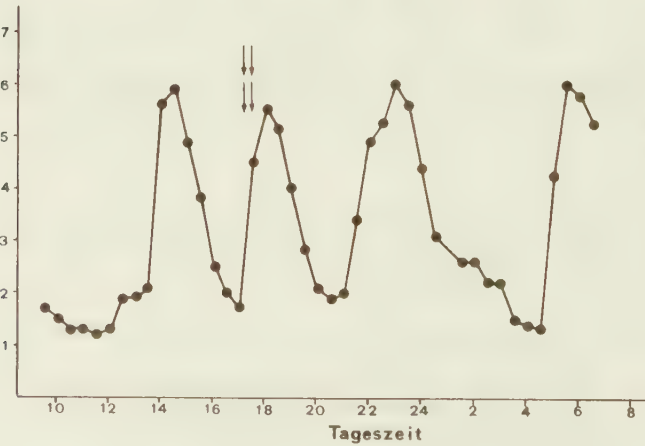
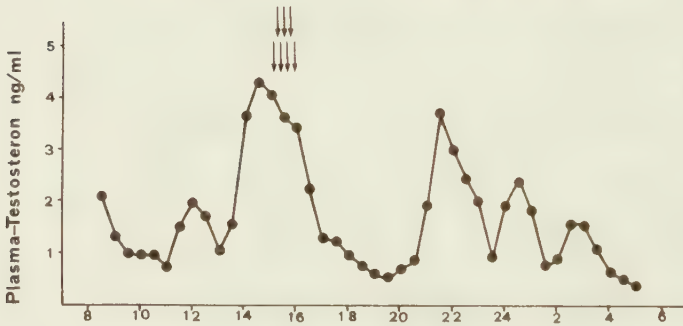
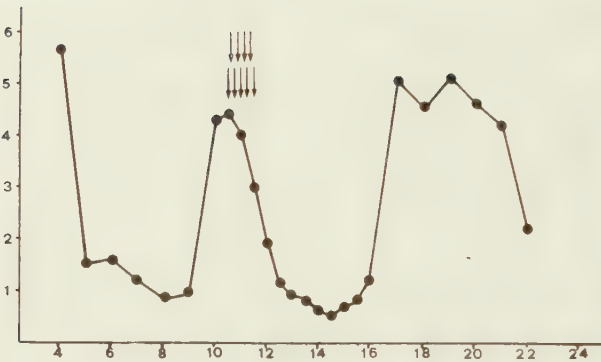


Abb. 7

5.3. Testosteronsekretion nach Applikation von HCG

Den Stieren applizierten wir HCG in Dosierungen von 5000 I.E. (Profil 23, Abb. 8) und 1500 I.E. (Profile 24 und 25, Abb. 8 und Profile 26 bis 28, Abb. 9) intravenös. Diese Behandlung verursachte in allen Experimenten eine länger anhaltende Testosteronsekretion. Bei den Profilen 23 und 25 erfolgte die HCG-Stimulation bei tiefem Testosteronspiegel, der bereits nach 2, bzw. 1.5 Stunden Höchstwerte erreichte. Bei allen übrigen Profilen dieser Versuchsreihe wurden Höchstwerte zwischen 4.5 und 7.8 ng/ml erst mehrere Stunden nach der HCG- Injektion gemessen. Der Testosteronspiegel der Profile 23, 24 und 25 blieb bis zum Versuchsende, das heisst während 18 bis 22 Stunden, hoch und zeigte nur geringfügige Schwankungen.

Bei drei Versuchen wurden Blutproben bis zu drei Tagen nach der HCG- Applikation entnommen (Profile 26 bis 28, Abb. 9). Die Auswertung zeigte ein allmähliches Abfallen des Testosteronspiegels gegen das Versuchsende hin. Die stärker werdenden Schwankungen gingen erst am dritten Tag nach der HCG- Stimulation allmählich in ein episodisches Muster über.

Unter dem Einfluss von HCG kam es zu einer langdauernden Steigerung der Testosteronsekretion, die erst nach mehreren Tagen wieder Ausgangswerte erreichte. Die Höchstwerte waren nur unwesentlich höher als die unter Ruhebedingungen gefundenen. Die in Profil 23 nach Verabreichung von 5000 I.E. HCG gefundenen Höchstwerte waren nicht höher als diejenigen der übrigen Profile, wo nur 1500 I.E. HCG appliziert wurde.

Umseitig: Abbildung 8

Plasmatestosteron nach intravenöser HCG- Applikation

Profil 23: 5000 I.E.

Profile 24 und 25: 1500 I.E.

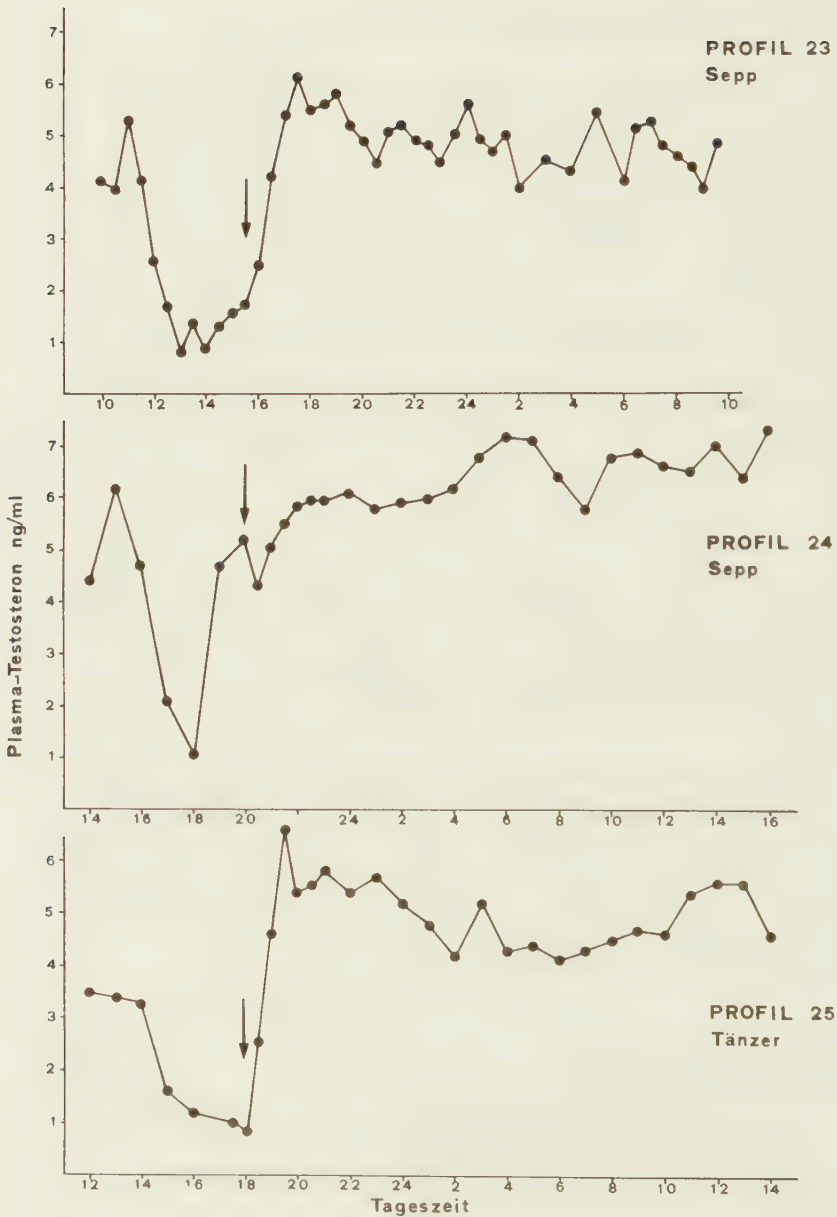


Abb. 8

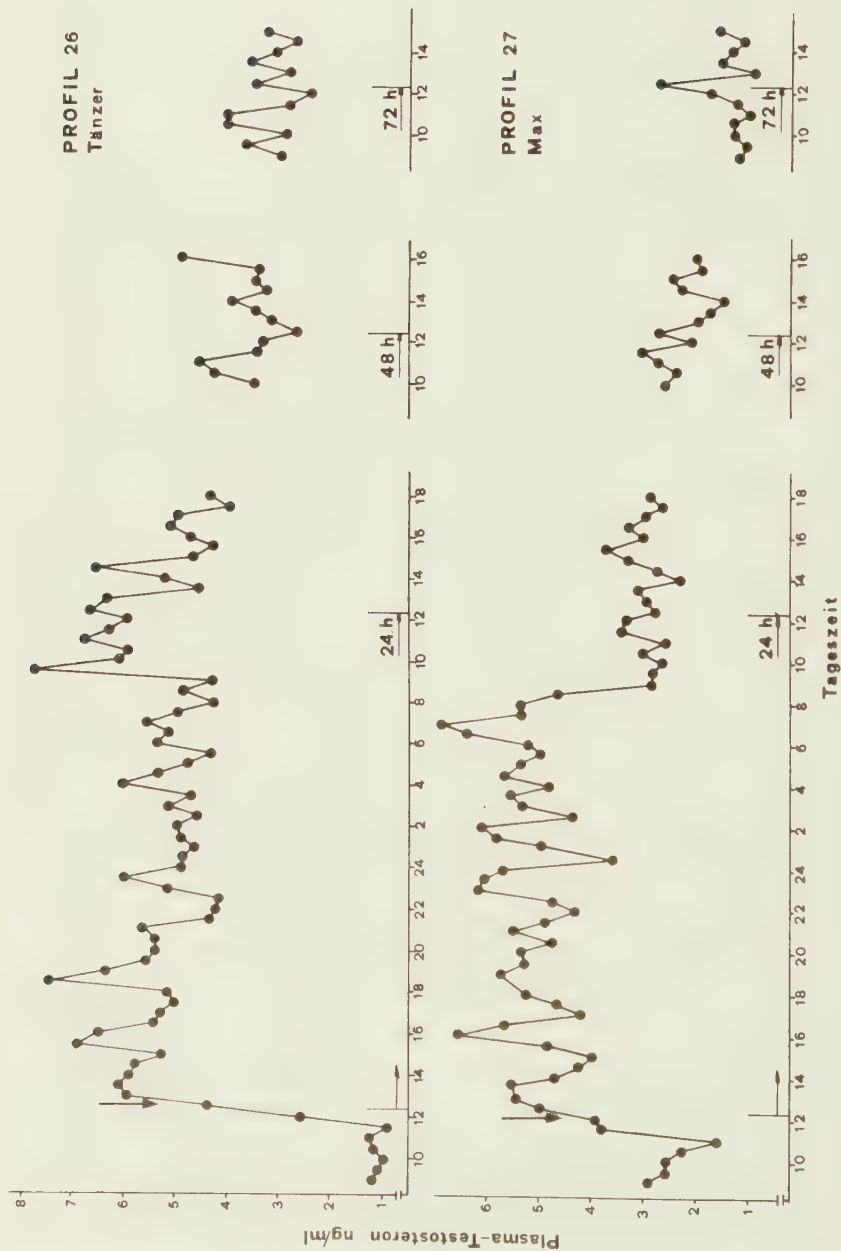


Abb. 9

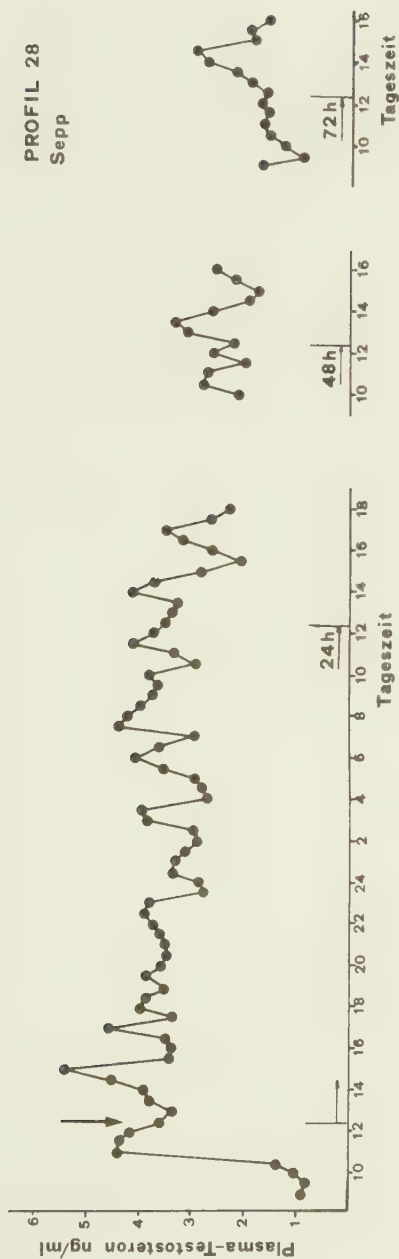


Abb. 9

Abbildung 9: Plasmatestosteron nach intravenöser Applikation von 1500 I.E. HCG(Pfeil)

5.4. Testosteronsekretion nach Applikation von GnRH

Die Verabreichung von je 0.5 mg Lutal führte bei allen vier Stieren zu einem erhöhten Testosteronspiegel, der frühestens fünf Stunden nach der Stimulation abzufallen begann und erst nach weiteren sechs Stunden Werte unter 1 ng/ml Plasma erreichte (Profile 29 bis 32, Abb. 10). Bei allen vier Versuchen erfolgte die Lutal - Injektion während des Testosteronanstiegs. Bei den Profilen 31 und 32 wurden Höchstwerte schon nach 30 und 60 Minuten erreicht. Bei den Profilen 29 und 30 finden wir einen zweigipfligen Kurvenverlauf, wobei Höchstwerte von 5.33, bzw. 7.85 mg/ml erst sechs Stunden nach der Stimulation auftraten.

Die gemessenen Höchstwerte entsprechen den unter Ruhebedingungen gefundenen oder liegen geringfügig höher als diese.

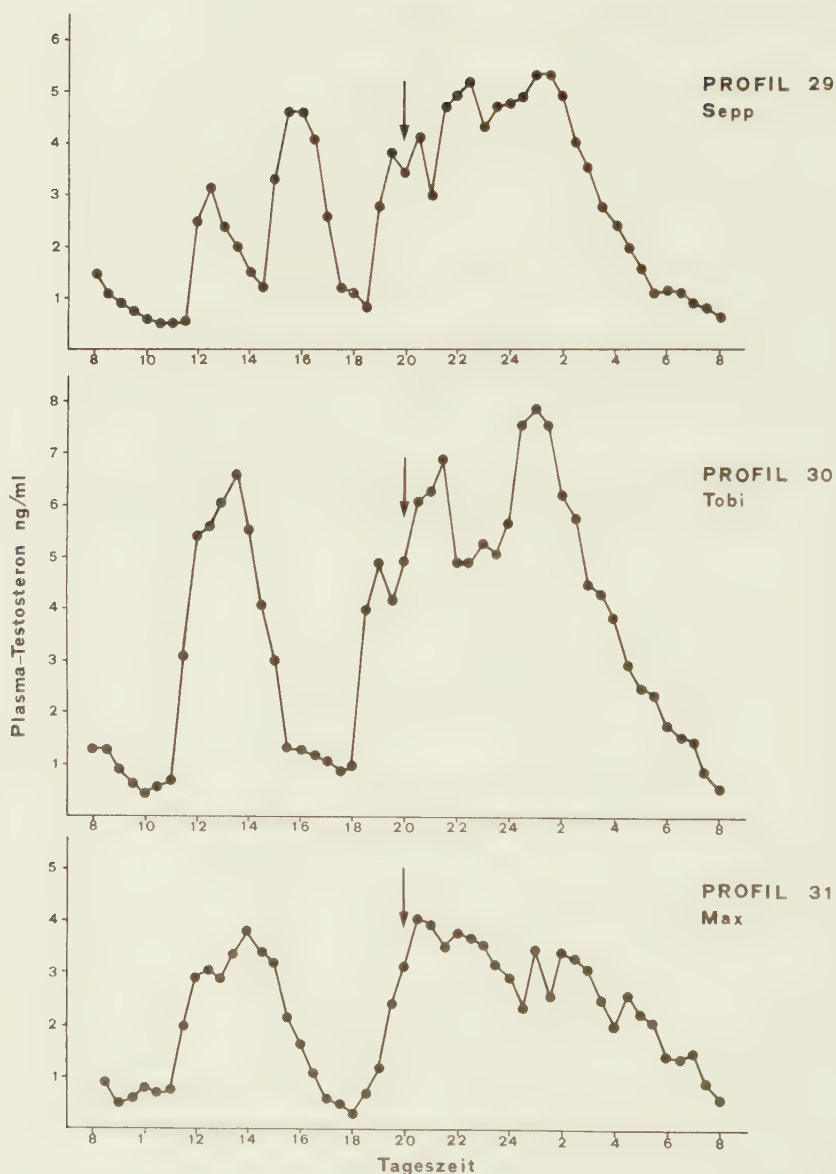


Abb. 10

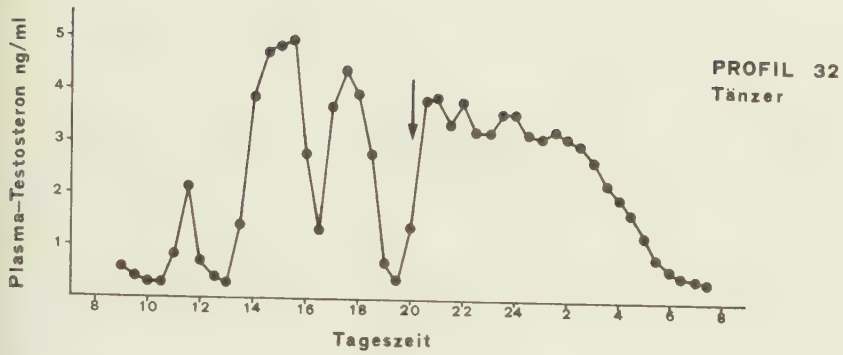


Abb. 10

Abbildung 10: Plasmatestosteron nach Applikation von
0.5 mg des synthetischen GnRH Lutal^R (Pfeil)

5.5. Testosteronsekretion nach Applikation von Prostaglandin F_{2alpha}.

Das Prostaglandin F_{2alpha}- Analogon K 11941 wurde vier Stieren in Dosierungen von 2.5, 5 und 10 mg intravenös injiziert (Profile 33 bis 37, Abb. 11). Bei den Profilen 35, 36 und 37 war der Testosteronspiegel zur Zeit der Stimulation im Steigen begriffen und erreichte einhalb bis eine Stunde später Höchstwerte von 3.71 5.01 und 5.17 ng/ml. Die Höchstwerte der Profile 33 und 34 (4.1, bzw. 5.52 ng/ml) wurden schon nach 30 Minuten erreicht. Bis zum Absinken des Testosteronspiegels auf Ausgangswerte unter 1 ng/ml dauerte es nach der Gabe von 2.5 mg K 11941 4 Stunden, nach 5 mg 7, 8 und 9½ Stunden und nach 10 mg über 13 Stunden.

Die nach Prostaglandin- Applikation gefundenen Maximalwerte entsprechen den unter Ruhebedingungen gefundenen Peakhöhen. Hinsichtlich der Sekretionsdauer des Testosterons zeigt Prostaglandin F_{2alpha} einen deutlichen Dosis- Wirkungseffekt.

Seiten 31 und 32:

Abbildung 11: Plasmatestosteron nach Applikation des synthetischen Prostaglandin F_{2alpha}- Analogons K 11941 (Pfeil)

Profil 33: 2.5 mg K 11941

Profil 34, 35 und 36: 5.0 mg K 11941

Profil 36: 10 mg K 11941

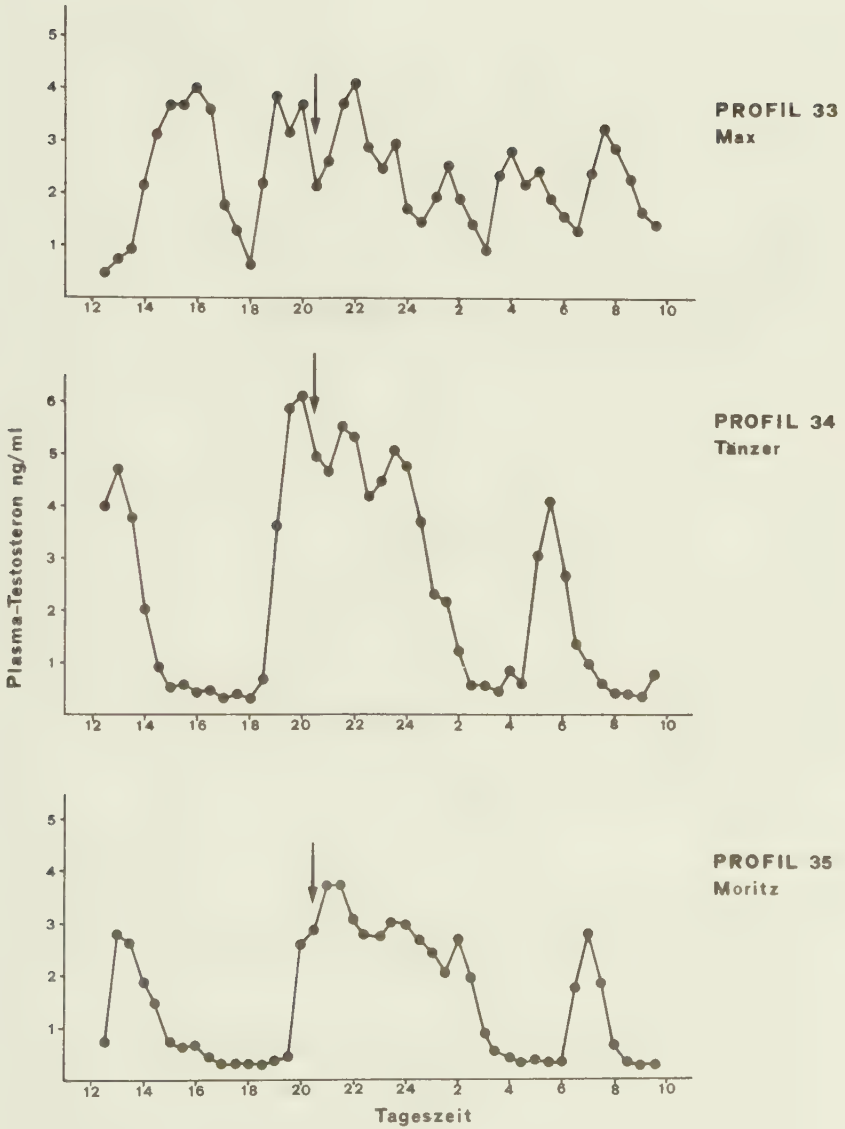


Abb. 11

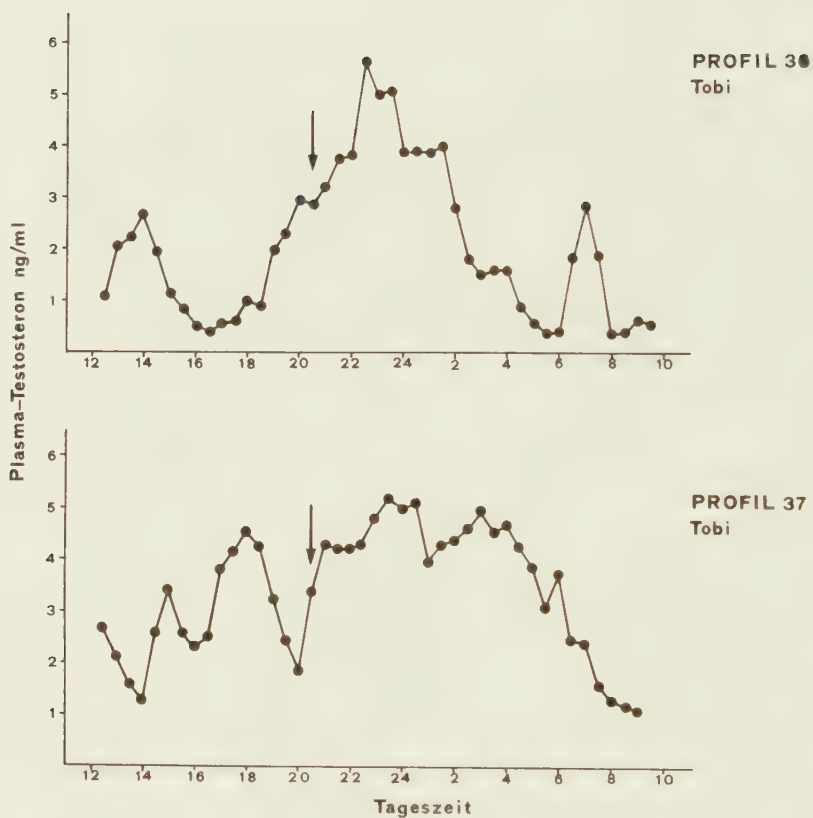


Abb. 11

6. Diskussion

Aufgrund der unter Ruhebedingungen erstellten Profile konnten wir feststellen, dass Testosteron beim Stier episodisch, das heisst in unregelmässigen Schüben (Peaks) ohne erkennbaren Rhythmus sezerniert wird. Zur genaueren Abklärung wurden die Profile 7 bis 15 mit dem von CHRISTIAN et al. (1978) zur Prüfung von episodischen Sekretionsmustern entwickelten Computerprogramm HORMPART beurteilt. Die Ergebnisse sind in der Arbeit von EGGENBERGER (1980) zusammengefasst und bestätigen den von uns beobachteten episodischen Charakter der Testosteronsekretion. Unsere Resultate stimmen auch mit den Untersuchungsergebnissen von HAYNES et al. (1975), THIBIER (1976) und KARG et al. (1976) überein, während KATONGOLE et al. (1971) und SANWAL et al. (1974) aufgrund von wenigen Tagesprofilen beim Stier eine zyklische Testosteronsekretion vermuten.

Um das episodische Sekretionsmuster erfassen zu können, müssen die Blutproben in kurzen Abständen und über längere Zeit entnommen werden. Halbstündliche Blutentnahmen sind zur genauen Beurteilung der Sekretionsdynamik unerlässlich. Wie unsere Ergebnisse zeigen, lässt sich der episodische Charakter der Testosteronsekretion auch durch stündliche Entnahmen ausreichend definieren, nicht aber bei zwei- und mehrstündigen Intervallen (POST und CHRISTENSEN, 1976).

Uebereinstimmend mit SANWAL et al. (1974) halten wir es für unmöglich, das Sekretionsmuster eines Tieres aufgrund einer Einzelprobe zu beurteilen, selbst wenn für die Untersuchung mehrere Tiere verwendet werden und die Blutentnahmen während mehreren Tagen und immer zur gleichen Zeit erfolgen (SUNDBY und TORJESEN, 1978). Täglich entnommene Einzelproben besitzen keinen Informationswert, da die einzelnen Peaks nicht erfasst werden und so keine Rückschlüsse auf die Sekretion übergeordneter Hormone gezogen werden können. LH, das die Testosteronsekretion stimuliert, wird beim Stier ebenfalls episodisch sezerniert, wobei grössere LH-Peaks oft, aber nicht immer einem Testosteronan-

stieg vorangehen (KATONGOLE, 1971, SMITH et al., 1973, KARG et al., 1976, THIBIER und ROLLAND, 1977). Die Beobachtung, dass bei unseren Versuchstieren der Plasmatestosterongehalt am Vormittag von 8.30 bis 9.30 Uhr häufig tiefer war als zu anderen Tageszeiten, wird auch von THIBIER (1976) beschrieben.

Den Einfluss hormonell wirksamer Substanzen prüften wir, indem wir nach deren Applikation den Verlauf des Plasmatestosterongehaltes mit den unter Ruhebedingungen erstellten Profilen ("Normalprofile") verglichen. Die vor der Stimulation gemessenen Testosteronwerte dienten zur Bestätigung der episodischen Sekretion des betreffenden Tieres.

Wir konnten feststellen, dass eine sexuelle Stimulation die Testosteronsekretion kurzfristig nicht beeinflusst. Dabei war es unwesentlich, ob die Stiere den Sprungpartner nur kontrollierten, oder ob sie aufsprangen und in die künstliche Scheide ejakulierten. Nach intensiver sexueller Beanspruchung, während der die Stiere neun- und siebenmal ejakulierten (Profile 20 und 21, Abb. 7), fiel der Testosteronspiegel ab und blieb während zwei bis drei Stunden unter 1 ng/ml Plasma. Ähnliche tiefe Testosteronkonzentrationen finden wir aber auch in den Normalprofilen (z.B. Profile 4, 7 und 8, Abb. 4). Möglicherweise bewirkt eine längerdauernde sexuelle Stimulation eine Abnahme der LH- und damit auch der Testosteronsekretion, wie dies nach Dauerinfusion von GnRH bei Widdern gefunden wurde (WETTEMANN und DESJARDINS, 1973). Unsere Ergebnisse entsprechen denjenigen von SMITH et al. (1973), die ebenfalls keine unterschiedliche Testosteronsekretion vor und nach sexueller Stimulation erkennen konnten. KATONGOLE et al. (1971) beschreiben, dass LH und in dessen Gefolge auch Testosteron im Blut von Stieren nach dem Vorstellen eines Sprungpartners ansteigen, was GOMBE et al. (1973) aber nicht bestätigen konnten. Die letztgenannten Autoren weisen auf die Schwierigkeit hin, bei episodischer Sekretion einen Peak einem bestimmten Ereignis zuzuordnen.

Auch beim Widder konnte die Testosteronsekretion durch Kontakt

mit einer Östrischen Aue nicht nachweislich beeinflusst werden (PURVIS et al. 1973, ILLIUS et al., 1976 a,b). Beim Kaninchenbock hingegen fanden SAGINOR und HORTON (1967) sowie HALTMEYER und Eik-NES (1968) einen erhöhten Plasmatestosteronspiegel nach einer Kopulation.

Nach der Applikation von HCG stieg die Testosteronkonzentration nach 30 Minuten an und erreichte Werte von 5.4 bis 7.4 ng/ml Plasma. Diese liegen zum Teil höher als unter Ruhebedingungen gefundene Maximalwerte. Ein unmittelbarer Anstieg des Testosteronspiegels nach HCG-Verabreichung wurde beim Stier (LINDNER, 1961, KATONGOLE, 1971, SUNDBY et al., 1974, THIBIER und ROLLAND, 1977), beim Eber (CLAUS und AHLISING, 1976), sowie beim Widder (FALVO et al., 1975) nachgewiesen. Die Applikation von 5000 oder 1500 I.E. HCG zeigte während 18 Stunden nach der Applikation keinen Dosis-Wirkungs-Effekt, was auch mit den Beobachtungen von SUNDBY und FARAHAT (1978) übereinstimmt. Dies dürfte durch die Vermutung zu erklären sein, dass die Hydroxylierung des Cholesterins einem limitierenden Schritt der Testosteronsynthese darstelle (HALL and YOUNG, 1968).

Wie unsere Versuche zeigen, bleibt der Plasmatestosteronspiegel nach einer HCG-Injektion während mindestens drei Tagen erhöht (Profile 26 bis 28, Abb.9). THIBIER und ROLLAND (1977) fanden sogar am sechsten Tag nach Stimulation mit 1500 I.E. HCG noch keine episodische Sekretionstätigkeit. Dieser langdauernde Effekt des HCG wird auf die Halbwertszeit des HCG von 18 Stunden zurückgeführt (SUNDBY und TORJESSEN, 1978). Eine verkürzte Wirkungsdauer nach wiederholter HCG-Applikation wird mit der Bildung neutralisierender Antikörper in Zusammenhang gebracht (SUNDBY und FARAHAT, 1968).

Das synthetische GnRH Lutal erhöhte bei allen Versuchstieren die Testosteronsekretion durch die Freisetzung von hypophysärem LH (SCHANBACHER und ECHTERNKAMP, 1978). In unseren Versuchen begann der Testosteronspiegel etwa 30 bis 60 Minuten nach der Lutal-Injektion anzusteigen, was mit den Untersuchungsergebnissen von SCHANBACHER (1979) beim Stier, von BINDON et

al. (1975) bei Zebu- Kreuzungstieren und von FALVO et al. (1974) beim Widder übereinstimmt.

Bemerkenswert ist der einheitliche Abfall der Testosteronsekretion nach der Stimulation mit Lutal bei allen Versuchstieren. Die Verabreichung des Prostaglandin $F_{2\alpha}$ - Analogons K 11941 bewirkte ebenfalls eine gesteigerte Testosteronsekretion, die nach KISER et al. (1976) und HAYNES et al. (1977) indirekt durch eine erhöhte LH- Freisetzung hervorgerufen wird. Dass es KISER et al. (1975) nicht gelungen ist, Hodengewebe von Stieren in vitro durch $PGF_{2\alpha}$ zu stimulieren, unterstützt diese Aussage.

Auch K 11941 bewirkt nur eine Verlängerung der sekretionsaktiven Phase und keine Steigerung der gleichzeitig ausgeschütteten Testosteronmenge.

7. T a b e l l e n

Seiten 38 und 39: Tabelle 2:

Plasmatestosterongehalt unter normalen Stallverhältnissen
während 24 Stunden

Profile 1 bis 7: stündliche Blutentnahmen

Profile 8 bis 15: halbstündliche Blutentnahmen

Der erste und der letzte Wert der einzelnen Profile sind durch einen
waagrechten Strich getrennt.

Profile 1, 2, 3: Stier Beno

Profil 4: Stier Max

Profile 5 - 10: Stier Moritz

Profil 11, 12: Stier Tänzer

Profil 13: Stier Sepp

Profile 14, 15: Stier Tobi

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tages- zeit															
00.00	4.7	4.0	1.4	1.45	1.2	4.3	2.4	2.05	0.8	0.6	0.3	4.65	3.4	0.8	1.9
00.30							2.95	1.8	0.4	1.3	0.2	2.7	1.9	2.2	1.9
01.00	2.9	4.9	1.2	2.2	0.85	2.1	2.3	2.1	0.3	3.95	0.25	2.1	0.85	2.2	5.3
01.30							1.6	1.35	0.3	2.75	0.2	2.0	1.2	1.6	4.7
02.00	1.0	1.3	0.6	1.85	0.8	3.0	1.15	0.8	2.15	1.55	0.35	1.8	0.9	1.0	3.5
02.30							0.6	0.55	0.05	1.05	0.3	1.3	0.6	0.6	4.0
03.00	0.5	0.9	0.3	0.9	2.6	3.65	0.6	0.45	2.5	0.55	0.3	0.7	2.75	3.5	5.8
03.30							0.65	0.3	2.85	0.45	0.55	0.85	3.85	3.3	6.2
04.00	0.6	1.5	3.4	0.6	5.1	1.85	2.45	0.35	1.3	0.35	1.55	0.65	4.4	3.9	6.5
04.30							3.3	0.45	0.75	0.4	3.0	1.5	2.85	1.8	6.0
05.00	3.4	3.3	2.3	1.25	2.2	1.3	2.9	0.8	0.6	0.4	3.45	1.9	2.7	1.0	5.3
05.30							1.9	1.15	0.3	1.5	2.3	1.8	0.75	4.1	2.3
06.00	4.8	3.8	2.1	2.4	3.85	3.55	1.15	1.65	0.3	3.7	1.35	4.45	0.3	3.4	0.9
06.30							0.8	2.1	1.3	6.8	1.05	3.7	0.55	3.8	1.7
07.00	4.1	2.2	0.9	2.0	4.15	1.6	2.25	2.15	2.9	5.45	0.5	1.5	0.55	4.5	4.1
07.30							1.9	2.65	4.9	$\frac{1.5}{4.9}$	0.25	0.8	0.6	3.0	2.5
08.00	1.7	1.9	0.3	1.25	1.65	3.2	1.3	$\frac{2.1}{1.3}$	1.9	1.9	0.2	0.5	2.3	1.7	1.4
08.30							0.85	0.85	0.8	0.8	0.35	0.55	1.1	0.4	0.8
09.00	0.8	0.4	0.2	$\frac{0.6}{0.4}$	0.95	2.75	$\frac{0.65}{0.5}$	0.65	0.5	0.5	0.3	$\frac{0.35}{0.3}$	0.9	0.3	$\frac{0.7}{0.3}$
09.30							0.45	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	1.1
10.00	0.7	0.5	0.3	0.75	$\frac{0.85}{1.1}$	$\frac{1.15}{0.85}$	0.5	0.45	$\frac{0.3}{0.7}$	0.3	$\frac{0.25}{0.4}$	0.25	$\frac{0.4}{0.5}$	$\frac{3.7}{1.6}$	3.7
10.30							0.55	0.55	0.45	0.4	0.55	0.2	0.75	2.0	3.4
11.00	0.5	4.6	0.4	0.35	0.85	0.8	0.5	0.6	0.55	0.3	0.2	0.3	2.95	4.5	4.4
11.30							0.55	0.55	0.6	0.4	0.3	0.25	3.3	4.6	4.2

Profil Tages- zeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12.00	1.7	3.2	2.3	2.35	1.15	3.4	0.45	0.55	0.5	0.6	1.3	0.35	3.75	4.0	3.2
12.30							0.5	0.6	0.5	0.95	2.6	0.4	3.05	4.7	2.2
13.00	4.2	1.1	4.1	2.7	1.45	4.1	0.7	2.45	2.25	3.5	2.4	1.4	1.8	5.0	2.2
13.30							2.85	3.65	3.05	4.3	3.2	2.25	0.75	3.3	1.1
14.00	3.8	2.2	3.7	1.75	2.8	3.9	3.35	3.6	4.85	6.35	0.5	1.9	0.7	3.2	1.7
14.30							3.4	3.45	3.5	2.8	1.2	0.9	0.6	3.4	1.8
15.00	1.5	3.0	3.1	0.65	3.5	2.0	3.25	2.7	2.9	1.75	1.5	0.45	0.75	2.8	2.0
15.30							2.8	1.8	1.3	2.3	2.6	0.35	0.8	1.2	2.4
16.00	1.0	2.0	1.2	0.55	2.2	1.05	1.55	1.15	1.4	4.2	1.0	0.55	0.3	0.7	2.9
16.30							1.0	0.85	1.05	4.5	0.5	0.5	0.65	0.6	1.9
17.00	1.3	1.1	0.7	0.4	0.95	0.8	0.75	0.7	0.6	1.7	0.3	0.95	0.5	1.3	1.3
17.30							0.8	0.6	0.7	1.1	0.3	2.25	0.45	3.6	4.7
18.00	4.8	$\frac{0.7}{0.6}$	$\frac{2.6}{0.7}$	0.35	1.1	0.75	0.9	1.05	0.6	0.9	0.25	4.1	2.75	4.4	5.4
18.30							2.15	1.65	0.6	2.7	0.3	3.85	3.8	4.6	5.6
19.00	3.0	1.0	0.5	1.7	0.9	3.15	3.2	2.5	1.0	2.15	0.25	3.6	3.65	5.5	5.9
19.30							3.0	2.3	1.3	1.5	0.2	1.3	4.05	5.3	6.3
20.00	0.4	2.7	2.2	2.45	0.95	3.2	2.3	1.9	1.3	1.2	0.55	0.85	2.6	5.0	5.8
20.30							1.25	1.05	2.8	0.9	2.3	0.7	2.1	4.8	4.1
21.00	0.8	5.8	2.3	1.1	3.75	2.15	0.65	0.8	4.1	3.3	2.6	0.5	1.4	3.2	3.3
21.30							0.65	2.0	1.4	5.0	3.1	0.65	0.95	2.5	2.6
22.00	$\frac{1.2}{0.9}$	3.9	4.1	0.8	3.9	1.3	0.75	2.25	3.2	4.25	0.95	0.6	3.25	4.4	2.0
22.30							1.8	2.3	1.4	3.8	0.5	1.85	3.95	4.7	1.5
23.00	3.8	2.5	3.1	0.55	1.55	1.9	3.85	1.65	1.1	3.4	0.35	1.2	5.3	2.6	2.6
23.30							3.35	1.15	0.7	1.4	0.3	3.75	4.95	5.0	3.1

Seite 41: Tabelle 3:

Mittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung s der zur gleichen Tageszeit
gemessenen Plasmatestosteronwerte (ng/ml) der Profile 1 - 15

Tageszeit	$\bar{x}$	s	Tageszeit	$\bar{x}$	s
00.00	2.19	1.61	12.00	1.92	1.32
00.30	1.64	0.98	12.30	1.72	1.51
01.00	2.23	1.52	13.00	2.41	1.35
01.30	1.74	1.36	13.30	2.72	1.16
02.00	1.45	0.85	14.00	2.95	1.55
02.30	1.45	1.49	14.30	2.34	1.21
03.00	1.72	0.58	15.00	2.12	1.0
03.30	2.11	2.05	15.30	1.72	0.86
04.00	2.3	1.93	16.00	1.45	1.02
04.30	2.23	1.79	16.30	1.28	1.28
05.00	2.19	1.35	17.00	0.89	0.39
05.30	1.79	1.10	17.30	1.61	1.57
06.00	2.51	1.5	18.00	1.88	1.7
06.30	2.42	2.02	18.30	2.81	1.8
07.00	2.59	1.54	19.00	2.53	1.17
07.30	2.3	1.64	19.30	2.81	2.0
08.00	1.53	0.76	20.00	2.33	1.55
08.30	0.72	0.24	20.30	2.2	1.45
09.00	0.63	0.56	21.00	2.38	1.54
09.30	0.56	0.33	21.30	2.09	1.4
10.00	1.17	0.63	22.00	2.36	1.46
10.30	0.98	1.04	22.30	2.7	0.55
11.00	1.45	1.7	23.00	2.35	1.36
11.30	1.64	1.83	23.30	2.6	1.8

Seite 43: Tabelle 4:

Testosteronsekretion nach sexueller Stimulation

Profile 16 und 17: Stier Tobi, Kontrolle des Sprungpartners, kein
Aufsprung

Profile 18 und 19: Stier Max, je zwei Aufsprünge mit Ejakulation
in eine künstliche Scheide

Zeit h	Profil 16	Profil 17	Profil 18	Profil 19
- 6	0.76	4.88		1.55
.	0.42	3.74	2.34	2.8
- 5	0.56	2.42	1.45	3.4
.	0.82	1.54	0.91	1.8
- 4	2.47	1.41	0.62	1.67
.	2.21	1.16	0.94	0.6
- 3	2.52	1.14	0.62	1.67
.	2.91	1.6	1.07	0.5
- 2	5.23	0.91	3.22	0.55
.	4.51	0.75	4.52	0.3
- 1	4.4	0.64	4.59	0.5
.	4.57	4.49	4.21	2.8
0	5.18	5.05	3.98	4.1
	5.92	5.98		4.8
.	5.29	6.65	3.73	4.1
	4.78	6.48	3.25	3.95
+ 1	4.03	6.36	4.14	2.6
.	2.43	2.42	5.52	1.75
+ 2	1.06	2.8	5.46	1.35
.	2.4	1.77	4.48	2.0
+ 3	4.83	1.73	3.34	1.55
.	5.92	1.1	2.76	3.6
+ 4	5.03	1.02	2.62	3.5
.	3.43	0.94	1.88	3.8
+ 5	3.2		3.55	
.	4.4		4.12	

Tabelle 5: Plasmatestosterongehalt (ng/ml) vor und nach sexueller Stimulation bis zu beginnender Erschöpfung

Profil 20: Stier Beno, 9 Sprünge in 1 Stunde

Profil 21: Stier Moritz, 7 Sprünge in 1 Stunde

Profil 22: Stier Sepp, 4 Sprünge in 1/2 Stunde

Zeit h	Profil 20	Profil 21	Profil 22	Zeit h	Profil 20	Profil 21	Profil 22
- 8			1.7	+ 3	0.5	0.59	1.89
.	5.6	2.12	1.5	.	0.7	0.53	1.98
- 7		1.33	1.31	+ 4	0.8	0.67	3.4
.	1.5	0.98	1.33	.	1.3	0.86	4.93
- 6		0.95	1.21	+ 5		1.93	5.18
.	1.6	0.96	1.31	.	5.0	3.62	6.0
- 5		0.74	1.87	+ 6		3.0	5.59
.	1.2	1.52	1.9	.	4.5	2.41	4.36
- 4		2.03	2.09	+ 7		1.89	3.09
.	0.8	1.68	5.59	.	5.1	0.87	
- 3		1.05	5.92	+ 8		1.91	2.62
.	0.9	1.54	4.92	.	4.6	2.38	2.6
- 2		3.65	3.84	+ 9		1.77	2.23
.	4.3	4.28	2.49	.	4.2	0.74	2.23
- 1	4.4	4.04	1.97	+10		0.9	1.53
.	4.0	3.64	1.67	.	2.1	1.61	1.39
0	3.0	3.42	4.53	+11		1.56	1.35
.	1.9	2.2	5.54	.		1.05	4.24
+ 1	1.1	1.25	5.15	+12		0.64	6.02
.	0.9	1.14	4.01	.		0.5	5.78
+ 2	0.8	0.95	2.83	+13		0.35	5.31
.	0.6	0.73	2.13				

Tabelle 6: Plasmatestosteron Gehalt (ng/ml) vor und nach intravenöser Applikation von HCG

Profil 23: Stier Sepp, 5000 I.E. HCG

Profil 24: Stier Tänzer, 1500 I.E. HCG

Profil 25: Stier Sepp, 1500 I.E. HCG

Zeit h	Profil 23	Profil 24	Profil 25	Zeit h	Profil 23	Profil 24	Profil 25
- 6		4.4	3.5	.	4.5		
.	4.1			+ 8	5.0	6.2	4.2
- 5	4.0	6.2	3.4	.	5.6		
.	5.3			+ 9	4.9	6.8	5.2
- 4	4.1	4.7	3.3	.	4.7		
.	2.6			+10	5.0	7.2	4.3
- 3	1.8	2.1	1.6	.	4.0		
.	0.8			+11		7.1	4.4
- 2	1.4	1.1	1.2	.	4.5		
.	0.9			+12		6.4	4.1
- 1	1.3	4.7		.	4.3		
.	1.6		1.0	+13		5.8	4.3
0	1.7	5.2	0.8	.	4.9		
.	2.5	4.8	2.6	+14		6.3	4.5
+ 1	4.2	5.1	4.6	.	4.1		
.	5.4	5.5	6.6	+15	5.1	6.4	4.7
+ 2	6.1	5.8	5.4	.	5.2		
.	5.5	5.9	5.5	+16	4.8	6.1	4.6
+ 3	5.6	5.9	5.8	.	4.6		
.	5.8			+17	4.4	6.0	5.4
+ 4	5.2	6.1	5.4	.	4.0		
.	4.9			+18	4.8	6.5	6.1
+ 5	4.5	5.8	5.7	.			
.	5.1			+19		5.9	6.1
+ 6	5.2	5.9	5.2	.			
.	4.9			+20		6.8	4.6
+ 7	4.8	6.0	4.8				

Seite 47: Tabelle 7:

Profile 26 bis 28

Der Verlauf des Plasmatestosterongehaltes (ng/ml) bis zum dritten Tag
nach der intravenösen Applikation von 1500 I. E. HCG

Zeit h	Profil 26	Profil 27	Profil 28	Zeit h	Profil 26	Profil 27	Profil 28
.	1.17	2.87	0.91	.	4.31	2.84	3.79
- 3	1.12	2.60	0.86	+21	7.79	4.65	4.02
.	1.02	2.59	1.01	.	6.13	2.70	3.90
- 2	1.22	2.27	1.49	+22	5.94	2.98	2.99
.	1.30	1.54	4.46	.	6.90	2.60	3.34
- 1	0.91	3.82	4.43	+23	5.83	3.44	4.18
.	2.57	3.89	4.22	.	4.93	3.38	3.77
0	4.43	4.95	3.57	+24	5.67	2.79	3.58
.	6.04	5.44	3.40	.	5.83	2.94	3.45
+ 1	6.13	5.50	3.80	+25	4.53	3.08	3.40
.	5.87	4.71	3.93	.	5.18	2.32	4.21
+ 2	5.83	4.24	4.53	+26	6.53	2.75	3.79
.	5.20	3.97	5.40	.	4.63	3.30	2.93
+ 3	6.95	4.83	3.46	+27	4.36	3.73	3.12
.	6.49	6.55	3.42	.	4.72	3.02	3.66
+ 4	5.36	5.65	3.49	+28	5.12	3.33	4.26
.	5.30	4.20	4.58	.	5.05	2.94	3.55
+ 5	5.01	4.65	3.33	+29	3.98	2.67	2.71
.	5.14	5.25	3.98	.	4.34	2.86	2.34
+ 6	7.42	7.08	3.89	.	3.57	2.60	2.17
.	6.42	5.73	3.50	+46	4.28	2.39	2.86
+ 7	5.45	5.28	3.87	.	4.56	2.73	2.80
.	5.28	5.36	3.60	+47	3.46	3.07	2.05
+ 8	5.40	4.75	3.54	.	3.41	2.11	2.69
.	5.61	5.51	3.48	+48	2.70	2.75	2.24
+ 9	4.43	4.91	3.63	.	3.23	1.94	3.15
.	4.25	4.33	3.75	+49	3.51	1.74	3.34
+10	4.17	4.72	3.96	.	3.95	1.45	2.61
.	5.19	6.21	3.86	+50	3.29	2.29	1.94
+11	6.02	6.12	2.86	.	3.52	2.46	1.18
.	4.89	5.69	2.91	+51	3.45	1.91	2.19
+12	4.87	3.57	3.41	.	4.94	2.01	2.59
.	4.72	4.93	3.35	.	3.05	1.23	1.71
+13	4.94	5.82	3.15	+69	3.64	1.12	0.96
.	4.98	6.08	2.89	.	2.96	1.30	1.31
+14	4.67	4.35	2.99	.	3.58	1.37	1.62
.	5.13	5.37	3.92	+70	3.60	1.06	1.68
+15	4.74	5.55	3.98	.	2.87	1.27	1.64
.	6.04	4.79	2.75	.	2.43	1.72	1.94
+16	5.41	5.72	2.84	+71	3.56	2.69	2.17
.	4.85	5.34	2.96	.	2.90	0.86	2.77
+17	4.73	5.02	3.59	+72	3.63	1.55	2.94
.	5.38	5.18	4.13	.	3.23	1.35	1.84
+18	5.18	6.38	3.68	+73	2.68	1.10	1.92
.	5.55	6.91	3.02	.	3.36	1.54	1.57
+19	4.69	5.40	4.46	.			
.	4.33	5.38	4.30				
+20	4.80	4.65	4.02				

Tabelle 8: Plasmatestosteronengehalt vor und nach intravenöser Applikation von synthetischem GnRH (0.5 mg Luta1^R)

Zeit (h)	Profil 29	Profil 30	Profil 31	Profil 32
- 12	1.45	1.32		
.	1.08	1.33	0.88	
- 11	0.91	0.87	0.50	
.	0.74	0.65	0.61	0.60
- 10	0.62	0.45	0.82	0.40
.	0.56	0.63	0.70	0.32
- 9	0.50	0.67	0.74	0.30
.	0.56	3.12	1.99	0.89
- 8	2.50	5.37	2.91	2.15
.	3.13	5.56	3.05	0.66
- 7	2.36	6.13	2.93	0.41
.	2.02	6.58	3.40	0.33
- 6	1.50	5.54	3.76	1.45
.	1.26	4.09	3.40	3.96
- 5	3.29	2.98	3.23	4.78
.	4.60	1.31	2.24	4.91
- 4	4.57	1.33	1.71	4.94
.	4.06	1.18	1.11	2.76
- 3	2.56	1.13	0.58	1.34
.	1.20	0.91	0.49	3.76
- 2	1.11	0.95	0.35	4.39
.	0.85	3.98	0.67	3.95
- 1	2.88	4.85	1.15	2.83
.	3.75	4.21	2.46	0.72
0	3.44	4.97	3.10	0.37
.	4.18	6.05	4.05	1.43
+ 1	3.98	6.29	3.96	3.86
.	4.70	6.88	3.54	3.90
+ 2	4.94	4.88	3.81	3.48
.	5.16	5.91	3.73	3.73
+ 3	4.30	5.25	3.56	3.24
.	4.72	5.10	3.20	3.26
+ 4	4.75	5.69	3.04	3.60
.	4.67	7.60	2.38	3.66
+ 5	5.33	7.85	3.46	3.19
.	5.30	7.55	2.65	3.17
+ 6	4.87	6.25	3.43	3.32
.	3.95	5.74	3.31	3.15
+ 7	3.50	4.51	3.11	2.97
.	2.74	4.32	2.48	2.74
+ 8	2.40	3.86	2.03	2.25
.	1.96	2.88	2.60	2.01
+ 9	1.59	2.50	2.25	1.72
.	1.12	2.37	2.08	1.30
+ 10	1.14	1.83	1.46	0.87
.	1.12	1.55	1.40	0.64
+ 11	0.87	1.50	1.50	0.59
.	0.81	0.84	0.92	0.57
+ 12	0.63	0.60	0.65	0.39

Tabelle 9: Plasmatestosteronergehalt (ng/ml) vor und nach intravenöser Applikation von synthetischem Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (K 11941)
 2.5 mg: Profil 33, Stier Max
 5.0 mg: Profil 34, Stier Tänzer, Profil 35, Stier Moritz
 Profil 36, Stier Tobi
 10 mg: Profil 37, Stier Tobi

Zeit (h)	Profil 33	Profil 34	Profil 35	Profil 36	Profil 37
- 6	3.14	0.87	1.44	1.88	2.66
.	3.68	0.49	0.71	1.16	3.14
- 5	3.17	0.56	0.58	0.86	2.58
.	3.98	0.47	0.66	0.51	2.31
- 4	3.60	0.45	0.39	0.39	2.50
.	1.82	0.30	0.31	0.56	3.79
- 3	1.27	0.36	0.28	0.60	4.15
.	0.69	0.30	0.24	0.98	4.48
- 2	2.25	0.65	0.30	0.92	4.23
.	3.89	3.66	0.35	1.95	3.27
- 1	3.22	5.88	0.39	2.36	2.43
.	3.75	6.10	2.56	2.97	1.90
0	2.13	4.94	2.86	2.86	3.39
.	2.63	4.71	3.70	3.20	4.30
+ 1	3.85	5.52	3.71	3.76	4.20
.	4.10	5.30	3.01	3.82	4.23
+ 2	2.86	4.23	2.74	5.01	4.41
.	2.50	4.54	2.70	5.04	4.85
+ 3	2.95	5.01	2.99	5.11	5.17
.	1.72	4.70	2.94	3.86	5.00
+ 4	1.46	3.72	2.66	3.92	5.12
.	1.89	2.33	2.41	3.88	4.03
+ 5	2.44	2.15	2.07	3.97	4.31
.	1.93	1.17	2.67	2.81	4.42
+ 6	1.48	0.55	1.91	1.79	4.61
.	0.97	0.56	0.84	1.51	4.89
+ 7	2.34	0.52	0.52	1.60	4.54
.	2.79	0.81	0.42	1.62	4.67
+ 8	2.20	0.64	0.27	0.87	4.24
.	2.38	3.03	0.36	0.57	3.90
+ 9	1.93	4.12	0.28	0.40	3.12
.	1.57	2.75	0.32	0.39	3.69
+ 10	1.27	1.30	1.73	1.84	2.44
.	2.43	0.95	2.83	2.80	2.38
+ 11	3.25	0.52	1.89	1.86	1.63
.	2.82	0.39	0.59	0.34	1.34
+ 12	2.29	0.37	0.30	0.38	1.20
.	1.64	0.31	0.25	0.64	1.10
+ 13	1.41	0.76	0.27	0.57	

8. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die Testosteronsekretion des adulten Stieres unter Ruhebedingungen ("Normalprofile"), nach sexueller Stimulation und nach Applikation hormonell wirksamer Substanzen geprüft. Blutproben wurden mittels eines in die Vena jugularis gesetzten Verweilkatheters in stündlichen und halbstündlichen Abständen entnommen. Testosteron wurde radioimmunologisch bestimmt. Unter Ruhebedingungen im Stall wird Testosteron beim Stier episodisch, das heisst in unregelmässigen Schüben (Peaks), die von Tier zu Tier und beim gleichen Tier von Tag zu Tag unterschiedlich auftreten, sezerniert. Die sexuelle Stimulation hat kurzfristig keinen Einfluss auf die Testosteronsekretion. HCG bewirkt eine mehrere Tage anhaltende Stimulation der Testosteronfreisetzung. Das synthetische GnRH Lutal^R, sowie das Prostaglandin F_{2alpha}- Analogon K 11941 erhöhen die Testosteronfreisetzung während mehreren Stunden entsprechend der gewählten Dosierung. Die bei den Stimulationen gemessenen maximalen Testosteronwerte waren nicht oder nur geringfügig höher als die Peakhöhen der Normalprofile. Der stimulatorische Effekt zeigte sich deutlich in der länger-dauernden gesteigerten Testosteronsekretion.

9. Literaturverzeichnis

Berndtson, W. E., Pickett, B. W. and Nett, T. W. (1974): Reproductive physiology in the stallion. IV. Seasonal changes in the testosterone concentration of peripheral plasma.

J. Reprod. Fert. 39, 115 - 118

Bindon, B. M., Hewtson, R. W. and Post, T. B. (1976): Plasma LH and testosterone in zebu crossbred bulls after exposure to an estrus cow and injection of GnRH.

Theriogenology 5, 45 - 52

Bolt, D. J. (1971): Changes in the concentration of luteinizing hormone in the plasma of rams following administration of estradiol, progesterone or testosterone.

J. Reprod. Fert. 24, 435 - 438

Carlström, K., Malmfors, B., Lundström, K., Edquist, L.-E. and Gahne, B. (1975): The effect of HCG on blood plasma levels of 5 alpha - androstenone and testosterone in the boar.

Swedish J. agric. Res. 5, 15 - 21

Claus, R. und Ahlsing, W. (1976): Einfluss von Choriongonadotropin, Haltungsänderung und sexueller Stimulation auf die Konzentration von Testosteron im Plasma sowie des Ebergeruchsstoffes im Plasma und Fett eines Ebers.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 89, 354 - 358

Eggenberger, E. (1980): Ein Ausreisserproblem bei der Analyse hormonaler Sekretionsmuster. In: Biometrie heute und morgen. Hrsg.: Köpcke, W. und Ueberla, K., Springer Verlag, Heidelberg, New York, pp. 185 - 194

Ellendorff, F., Parvizi, N., Pomerantz, D. K., Hartjen, A., König, A., Smidt, D. and Elsässer, F. (1975): Plasma luteinizing hormone and testosterone in the adult male pig. 24 hours fluctuation and the effect of copulation.

J. Endocr. 67, 403 - 410

- Falvo, R. E., Buhl, A. E., Reimers, T. J., Foxcroft, G. R., Hunzicker - Dunn, M. and Dzuik, P. G. (1975): Diurnal fluctuation of testosterone and LH in the ram: Effect of HCG and gonadotropine releasing hormone.
J. Reprod. Fert. 42, 503 - 510
- Gombe, S., Hall, W. C., McEntee, K., Hansel, W. and Picket, B. W. (1973): Regulation of blood levels of LH in bulls: Influence of age, breed, sexual stimulation and temporal fluctuations.
J. Reprod. Fert. 35, 493 - 503
- Gomes, W. and Joyce, M. C. (1975): Seasonal changes in serum testosterone in adult rams.
J. Anim. Sci. 41, 1373 - 1375
- Haltmeyer, G. C. and Eik - Nes, K. B. (1968): Plasma levels of testosterone in male rabbits following copulation.
J. Reprod. Fert. 19, 273 - 277
- Haynes, N. B., Hafs, H. D., Waters, R. J., Manns, J. G. and Riley, A. (1975): Stimulatory effect of prostaglandin $F_{2\alpha}$ on the plasma concentration of testosterone in bulls.
J. Endocr. 66, 329 - 338
- Haynes, N. B., Kiser, T. E., Hafs, H. D., Carruthers, T. D., Oxender, W. D. and Carthey, M. S. (1977): Effect of intra-carotic infusion of prostaglandin $F_{2\alpha}$ on plasma luteinizing hormone, testosterone and glucocorticoid concentrations in bulls.
J. Anim. Sci. 45, 1102 - 1107
- Illius, A. W., Haynes, N. B. and Lamming, G. E. (1976 a): Plasma concentrations of testosterone in the developping ram in different social environments.
J. Reprod. Fert. 48, 17 - 24

- Illius, A. W., Haynes, N. B. and Lamming, G. E. (1976 b):
Effects of ewe proximity on peripheral plasmatestosterone
levels and behaviour in the ram.
J. Reprod. Fert. 48, 25 - 32
- Karg, H., Giménez, T., Hartl. M., Hoffmann, B., Schallenberger,
E. and Schams D. (1976): Testosterone, luteinizing hormone (LH)
and follicle stimulating hormones (FSH) in the peripheral plasma
of bulls: Levels from birth through puberty and short term
variations.
Zbl. Vet. Med. A 23, 793 - 803
- Karg, H., Schams, D., Hoffmann, B. and Claus, R. (1979): Neue
Erkenntnisse der Endokrinologie der Fortpflanzung.
Der praktische Tierarzt 60, 561 - 572
- Katongole, C. B., Naftolin, F. and Short, R. V. (1971):
Relationship between blood levels of luteinizing hormone and
testosterone in bulls and the effect of sexual stimulation.
J. Endocr. 50, 457 - 466
- Katongole, C. B., Naftolin, F. and Short, R. V. (1974):
Seasonal variations of blood luteinizing hormone and testo-
sterone levels in rams.
J. Endocr. 60, 101 - 106
- Kirckpatrick, J. F., Vail, R., Devous, S., Schwend, S.,
Baker, C. B. and Wiesner, L. (1976): Diurnal variation of
plasma testosterone in wild stallions.
Biol. Reprod. 15, 98 - 101
- Kirckpatrick, J. F., Wiesner, L., Kenney, R. M., Ganjam, V. K.
and Turner J. M. (1977): Seasonal variation in plasma androgens
and testosterone in the north american wild horse.
J. Endocr. 72, 237 - 238
- Kiser, T. E., Hafs, H. D., Oxender, W. D. and Louis, T. M.
(1975): Testosterone after Prostaglandin $F_{2\alpha}$ in bulls.
J. Anim. Sci. 41, 362

- Kiser, T. E., Hafs, H. D. and Oxender, W. D. (1976): Increased blood LH and testosterone after administration of Prostaglandin F_{2alpha} in bulls. Prostaglandins 11, 545 - 553
- Lacerda, R., Kowarski, A., Johnson, A. J., Athanasiou, R. and Migeon C. J. (1973): Integrated concentration and circadian variation of plasma testosterone in normal men. J. Clinic. Endocrinol. Metab. 37, 366 - 371
- Lindner, H. R. (1961): Androgens and related compounds in the spermatic vein blod of domestic animals. I. Neutral steroids secreted by the bull testis. J. Endocrin. 23, 139 - 159
- Lundström, K., Malmfors, B., Hanson, I., Edquist, L.-E. and Gahne, B. (1978): 5alpha - androstenone and testosterone in boars. Swedish J. agric. Res. 8, 171 - 180
- Mongkonpunia, K., Hafs, H. D., Convey, E. M. and Tucker, H. A. (1975): Serum LH and testosterone and sperm numnbers in pubertal bulls chronically treated with gonadotrpín releasing hormone. J. Anim. Sci. 41, 160 - 165
- Perera, O. and Muro, C. D. (1976): Androgen levels in intact and vasectomized rams during the breeding and nonbreeding seasons. Fertil. Steril. 27, 1440 - 1451
- Pomerantz, D. K., Ellendorff, F., Elsässer, F., König, A. and Smith, D. (1974): Plasma - LH changes in adult, castrated and pubertal male pigs following various doses of synthetic GnRH. J. Endocr. 94, 330 - 335
- Post, T. B. and Christensen, H. R. (1976): Testosterone variability and fertility in bulls. Theriogenology 6, 615

Purvis, K., Illius, A. W. and Haynes, N. B. (1975): Plasma testosterone concentrations in the ram.

J. Endocr. 61, 241 - 253

Reeves, J. J., Arimura, A. and Schally, A. V. (1970): Studies on dose relationship of LH - RH in sheep.

J. Anim. Sci. 31, 933 - 936

Rowe, P. H., Lincoln, G. A., Racey, P. A., Lehane, J., Stephenson, M. J., Shenton, J. C. and Glover, T. D. (1974): Temporal variations of testosterone levels in the peripheral blood plasma of men.

J. Endocr. 61, 63 - 73

Rowe, P. H., Hopkinson, C. R. N., Shenton, J. D. and Glover, T. D. (1975): The secretion of LH and testosterone in the rabbit.

Steroids 25, 313 - 321

Sagmor, M. and Horton, R. (1968): Reflex release of gonadotropin and increased plasma testosterone in male rabbits during copulation.

Endocrinology 82, 627 - 630

Sanwal, P. C., Sundby, A. and Edquist, L.-E. (1974): Diurnal variation of peripheral plasma levels of LH and testosterone in bulls measured by a rapid radioimmunoassay procedure.

Acta vet. scand. 15, 90 - 99

Schanbacher, B. D. and Lunstra, D. D. (1976): Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in finnish landrace and suffolk rams.

J. Anim. Sci. 43, 644 - 650

Schanbacher, B. D. and Ford, J. J. (1976): Seasonal profiles of plasma luteinizing hormone, testosterone and estradiol in the ram.

Endocrinology 99, 752 - 757

Schanbacher, B. D. and Echternkamp, S. E. (1978): Testicular steroid secretion in response to GnRH - mediated LH - and FSH - release in bulls.

J. Anim. Sci. 47, 514 - 520

Schanbacher, B. D. (1979): Testosterone secretion in cryptorchid and intact bulls injected with gonadotropin releasing hormone and luteinizing hormone.

Endocrinology 104, 360 - 364

Sharma, O. P. (1975): Diurnal variation of plasma testosterone in stallions.

Biol. Reprod. 15, 158 - 162

Smith, C. W., Mongkonpunya, K., Hafs, H. D., Convey, E. M. and Oxender, W. D. (1973): Blood serum testosterone after sexual preparation or ejaculation, or after injection of LH or prolactin in bulls.

J. Anim. Sci. 37, 976 - 984

Sundby, A., Tollman, R. and Velle, W. (1975): Long term effect of HCG on plasma testosterone in bulls.

J. Reprod. Fert. 45, 249 - 254

Sundby, A. and Torjesen, P. A. (1978): Plasma levels of testosterone in bulls. Response to repeated HCG injections.

Acta. endocr. 88, 787 - 792

Sundby, A. and Farahat, A. (1978): Plasmatestosterone in bulls. Response to various doses of HCG and PMSG.

Acta endocr. 88, 793 - 800

Thibier, M. (1976): Diurnal testosterone and 17 alpha - hydroxyprogesterone in peripheral plasma of young postpubertal bulls. A study by frequent sampling.

Acta endocr. 81, 623 - 634

Thibier, M. and Rolland, O. (1977): Levels of testosterone and luteinizing hormone in the plasma of young postpubertal bulls after injection of human chorionic gonadotropin or dexamethason and HCG.

J. Endocr. 75, 451 - 452

Thompson, D. L., Picket, B. W., Berndtson, W. E., Voss, J. L. and Nett, T. M. (1977): Reproductive physiology of the stallion. VIII. Artificial photoperiod, collection interval and seminal characteristics, sexual behaviour and concentrations of LH and testosterone in serum.

J. Anim. Sci. 44 656 - 664

Thun, R., Jutz, G. und Fricker, Ch. (1978): Radioimmunologische Testosteronbestimmung: Methodik und diagnostische Anwendung. Schweiz. Arch. Tierheilk. 120, 205 - 212

Thun, R., Leuch, F., Eggenberger, E. and Zerobin, K. (1980): Plasma testosterone concentrations in bulls with intact and shortened scrotums during sexual maturation.

Biol. Reprod. 22, 765-771

Vivanco, F., Gonzales, P. and Ramos, F. (1973): A simple clinical test for measuring the serum testosterone response to intravenous infusion of HCG.

Acta endocr. 73, 790 - 793

Ich danke

Herrn Prof. Dr. K. Zerobin für das Thema und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Dr. M. Döbeli für seine Hilfe bei der Planung der Arbeit und für seine Bemühungen um deren Fortschreiten.

Herrn Dr. R. Thun für die Anleitung bei der Durchführung und Auswertung der Versuche und für die sehr gründliche Durchsicht der vorliegenden Arbeit.

den Herren Dr. H. Kündig und Dr. F. Leuch, Coassistenten, und Herrn B. Rettenmund für die von ihnen entnommenen Blutproben.

den Wärtern des Institutes für Zuchthygiene, im besonderen Herrn Lehmann für die immer freundliche Mithilfe bei der Durchführung der Experimente.

den Mitarbeitern des Hormonlabors des Instituts für Zuchthygiene für Bestimmung der zahllosen Testosteronwerte.

Herrn Dr. E. Eggenberger für seine Bemühungen um die statistische Bestätigung der vorliegenden Resultate.

Frau E. Straumann für die Unterstützung bei der Reinschrift der Arbeit.

Lebenslauf

Geboren am 1. Juni 1950 in Zürich

1956 - 1963 Primarschule in Thalwil

1963/64 Sekundarschule in Thalwil

1964 - 1970 Gymnasium Freudenberg Zürich, Matura Typ B

1970 - 1975 Studium der Veterinärmedizin an der

Universität Zürich

1975 Staatsexamen, Diplom als Tierarzt

1976 - 1980 Assistent am Institut für Zuchthygiene der

Universität Zürich

